

524, 595

特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

15 FEB 2005

(43) 国際公開日
2004年2月26日 (26.02.2004)

PCT

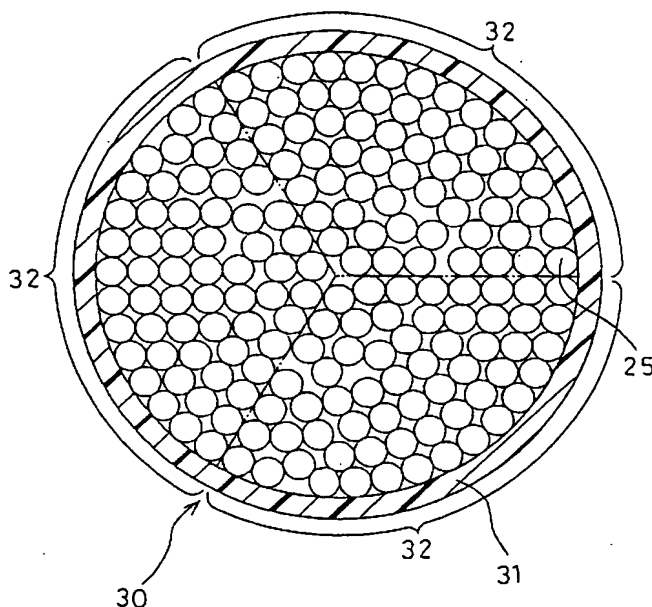
(10) 国際公開番号
WO 2004/017681 A1

- (51) 国際特許分類⁷: H05B 6/12, 6/36, H01F 5/06 (72) 発明者; および
(21) 国際出願番号: PCT/JP2003/010328 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 慶島 敏弘 (KEISHIMA, Toshihiro) [JP/JP]; 〒651-2114 兵庫県神戸市西区 今寺 2 6-1 0 Hyogo (JP). 片岡 章 (KATAOKA, Akira) [JP/JP]; 〒669-1525 兵庫県三田市対中町 1-1 4-1 0 4 Hyogo (JP). 相原 勝行 (AIHARA, Katsuyuki) [JP/JP]; 〒673-0001 兵庫県明石市明南町 1-7-7-2 0 2 Hyogo (JP). 榎尾 信芳 (MAKIO, Nobuyoshi) [JP/JP]; 〒673-0552 兵庫県三木市志染町 中自由が丘 1-3 0 1 Hyogo (JP). 後藤 和也 (GOTOU, Kazuya) [JP/JP]; 〒673-1421 兵庫県加東郡社町 山国 2 0 0 4-2 1 1 Hyogo (JP).
(22) 国際出願日: 2003年8月13日 (13.08.2003)
(25) 国際出願の言語: 日本語
(26) 国際公開の言語: 日本語
(30) 優先権データ: 特願2002-237222 2002年8月15日 (15.08.2002) JP
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 松下電器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒571-8501 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 Osaka (JP).
(74) 代理人: 東島隆治, 外 (HIGASHIMA, Takaharu et al.); 〒530-0001 大阪府大阪市北区梅田 3 丁目 2-1 4 大弘ビル 東島特許事務所 Osaka (JP).

[続葉有]

(54) Title: INDUCTION HEATING COIL

(54) 発明の名称: 誘導加熱用コイル



(57) Abstract: An induction heating coil having little high-frequency loss and producing little heat is easily manufactured by covering a conductor with a first insulating material to form a wire, then bundling and twisting such wires to form a stranded wire, covering the outer surface of the stranded wire with a second insulating material to form a coil wire, winding the coil wire a certain number of turns into a coil portion having a certain shape. The end portion of the coil portion and a connecting portion are heated with Joule heat while applying pressure to the end portion at the same time, so that the first and second insulating materials are fused and pressure-bonded to the conductor. Thus a terminal portion for the external connection of the coil portion is fixed while keeping the electrical connection with the conductor. Accordingly, an induction heating coil of low cost and stable quality can be easily manufactured. The induction heating coil producing little heat because of its high-frequency loss and suitable for induction heating of a highly-conductive nonmagnetic substance such as aluminum.

(57) 要約: 高周波損失及び自己発熱の少なく、かつ製造が容易な誘導加熱用コイルを

提供するために、第1の絶縁材で導体を被覆した素線を複数束ねて撚り合わせた撚り線の外面を、第2の絶縁材で覆って形成した巻線を所定の形状に所定の巻回数で巻回してコイル部を構成する。コイル部の端末と接続部でジュール熱で発熱すると同時に端末を加圧して第1の絶縁材及び第2の絶縁材を溶融させ導体と圧接し、導体と電気接続を保ってコイル部の端末外部接続用の端子部を固定する。これにより、アルミニウムのような高導電率かつ非磁性の被加熱体

[続葉有]

WO 2004/017681 A1



(81) 指定国 (国内): CN, KR, US.

(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

- 国際調査報告書
- 補正書・説明書

明 細 書

誘 導 加 熱 用 コ イ ル

技 術 分 野

本発明は誘導加熱装置に設けられて、特にアルミニウム等の低抵抗、低透磁率の被加熱物を加熱するための誘導加熱用コイルに関する。

背 景 技 術

従来、誘導加熱調理器に使用する鍋としては透磁率の高い鉄鍋が用いられていたが、近年鉄鍋以外に銅鍋やアルミニウム鍋なども使いたいという要望が高くなってきた。銅鍋やアルミニウム鍋を誘導加熱する場合、銅やアルミニウムは抵抗率が低くかつ透磁率が低いため、鉄鍋に適した約20～約30kHzよりも高い約40～約100kHzの周波数の高周波電流を加熱コイルに流さなければならない。しかし周波数が高くなると、表皮効果により高周波電流が導体の表面付近だけを流れる。換言すれば断面のうち中心部を流れないため、実効的に導体の断面が細いと同じことになり、加熱コイル巻線自身の動作時の実効抵抗が著しく増大する。そこで、表面積を増やし実効的に抵抗を減少する方法として、細い導体（例えば直径0.1mmの銅線）の表面に絶縁被覆を有する素線を数本ないし数十本束ねた線を用いて加熱コイ

ルを作る方法が行われてきた。

さらに、表皮効果による実効的な抵抗（実効抵抗）を下げるため、加熱コイル用の導体である巻線を、素線を束ねた撚り線をさらに撚り合わせる多段階集合構造としている。また近接効果（以下、近接作用と言う）による抵抗の増加を抑制するために、すくなくとも第1段階の撚り線は編み上げにより形成する等の提案がされている。近接作用とは、近接した導体に高周波電流が流れるときに、磁界を介して相互に影響を与えあって電流分布に偏りが生じる現象であり、導体表面の実効的な抵抗が増大する。近接作用は高周波電流の向きが導体間で揃っているほど、導体間の間隔が小さいほど大きくなる。前記従来の構成では、加熱コイルの高周波電流に対する抵抗をある程度減少させることができる。しかし、誘導加熱の効率を更によくするためには、更にコイル抵抗を低減する必要がある。

前記従来の構成では、加熱コイルの高周波電流に対するコイル抵抗（高周波抵抗）を減少させることができる。しかし、これらの構成を採用して、銅やアルミニウム製の鍋を加熱するための加熱コイルを作るには素線の導体径を0.1 mm以下にできるだけ細くし、かつできるだけ多くの素線を束ねて巻線を形成する必要がある（例えば1000本～2000本）。このように素線の直径が細くなると、素線表面の絶縁に傷が付いたり導体が破断し易くなるという問題があった。

また、このように構成された巻線の端末に外部接続用（この加熱コイルに高周波電流を供給するインバータへの接続用）の端子を取り付けるときは、巻線端部の各々の素線の絶縁被覆を長さ10mm程度、所定の薬液に浸して除去し、導体（例えば銅線）を露出させる。その後洗浄し、再度束ねてから端子へ圧着と半田付けにより各々の導体相互と端子への電気接続を行う。

このように、巻線の端末に外部接続用の端子を接続する作業も極めて煩雑になるという問題があった。

発明の開示

本発明は、アルミニウム製の低抵抗・低透磁率の材質でできた鍋を十分誘導加熱可能な大きな高周波電流を流した場合でも、その発熱を十分抑制できる程度に高周波電力損失が小さく、かつ導電部を覆う絶縁部材の絶縁破壊を抑制する効果を高めた、安価な誘導加熱用コイルを提供することを目的とする。

本発明は、さらに表皮効果及び近接作用の影響を少なくし、加熱コイルの高周波電流に対する抵抗を減少させ、加熱コイルの自己発熱が小さく加熱効率の良い誘導加熱用コイルを提供することを目的とする。

本発明の誘導加熱用コイルは、第1の絶縁材で導体を被覆した素線を複数束ねて撚り合わせた撚り線の外面を第2の絶縁材で覆って形成したコイル用の導線である巻線を所定の形状に所定の巻回数で巻回したコイル部を有

することを特徴とする。

この構成により、第1の絶縁材で導体を被覆した素線を複数束ねて撚り合わせて撚り線を形成する。素線の径を極めて細く（例えば0.05mm）、また素線個々の絶縁厚さを薄く（例えば100 μ m）する。これにより、素線の本数を多く（1600本程度）しても、撚り線の直径を細く（例えば約3.5mm）することができる。

また、その撚り線の外面を第2の絶縁材の被膜で覆って巻線を構成するので、巻線を巻回して所定の形状に所定の巻回数で巻回したコイル部を形成する際に、第2の絶縁材が保護膜となる。そのため巻線作業時に各素線に不均等な力が働き部分的に撚りが戻ったり破断することがない。また第1の絶縁材の被膜に傷が付きにくく、品質が安定すると同時に巻線の巻回作業も行いやすくなる。

さらに、コイル部の端末の第1の絶縁材及び第2の絶縁材を電流の印加により生じるジュール熱により加熱し熔融させると同時に加圧して、巻線の導体との電気接続を保って巻線に固定した外部接続用の端子部を有する。撚り線の表面を覆った第2の絶縁材と素線個々の導体表面の第1の絶縁材が端子部の発熱により部分的に熔融して圧接部周囲に移動する。従って素線の導体間相互及び素線の導体と外部接続用の端子部間の電気接続を圧接により確実かつ短時間で行うことができる。

本発明の誘導加熱用コイルは断面積の異なる素線を撚り合わせた撚り線を用いた巻線を巻回した構成とした。

この構成により、断面積の大きい素線が断面積の小さい素線の間に入る。そのため断面積の小さい素線と断面積の小さい素線との間の空間を広げることができ、近接作用による高周波抵抗の増大を低減できる。

本発明の誘導加熱用コイルは、複数の素線の束を右回りに回転させて撚った右撚り線と、複数の素線の束を左回りに回転させて撚った左撚り線が混在した巻線を備える構成とした。この構成によると、表皮効果の影響を低減するために多数の細線を用いる場合に起こる近接作用の影響を低減できる。すなわち、本発明の誘導加熱用コイルは上記構成の巻線を巻回しているため、内側の素線と外側の素線とで曲がる半径が異なるため電流の向きが不揃いとなる。さらに、右撚り線と左撚り線との電流の向きが不揃いになることで、近接作用を低減できる。

請求項 1 に記載の発明の誘導加熱用コイルは、第 1 の絶縁材で導体を被覆した素線を複数束ねて撚り合わせた撚り線の外面を第 2 の絶縁材で覆って形成したコイル用の導線である巻線を所定の形状に所定の巻数で巻回したコイル部を有することを特徴とする。

第 1 の絶縁材で導体を被覆した素線を複数束ねて撚り合わせて撚り線を形成する際、素線の径を極めて細くし（例えば 0.05 mm）、また素線個々の絶縁厚さを薄く（例えば 100 μ m）する。これにより、素線の本数を多く（1600 本程度）しても、撚り線の直径を細く（例えば約 3.5 mm）することができる。

撚り線の外面を第2の絶縁材の被膜で覆って巻線を構成するので、巻線を所定の形状に所定の巻数で巻回してコイル部を形成する際に、第2の絶縁材が保護層となる。そのため巻線作業時に各素線に不均等な力が働き部分的に撚りが戻ったり破断したりすることがなく、第1の絶縁材の被膜に傷が付きにくい。その結果誘導加熱用コイルの品質が安定すると同時に巻線の巻回作業も行いやすくなる。

請求項2に記載の発明の誘導加熱用コイルは、巻線が複数の素線を束ねて撚り合わせた撚り線を少なくとも2つ撚り合わせることを1回以上行った多重撚り線であることを特徴とする。

本発明によれば、巻線が多重撚り線であるので、高周波電流が巻線に通電された場合の表皮効果と近接効果の影響による実効抵抗の増加が抑制される。

請求項3に記載の発明の誘導加熱用コイルは、素線の導体の直径が0.1mm以下であることを特徴とする。本発明によれば、導体の直径が0.1mm以下と細いので、特にアルミニウム等の低抵抗かつ低透磁率の材質製の鍋を加熱した際の誘導加熱用コイルの表皮効果による実効抵抗の増加が抑制されその発熱が少なくなる。なお、素線径が0.1mmより太く素線数が少ない構成に比較して、素線数が多くなり巻線の構成が複雑となる。しかし例えば請求項37に記載の構成を採用すれば、安定した巻線の端末処理、即ち各素線の導体と端子部の電氣的

接続ができる。その結果素線径を細くした場合の発熱損失低減効果を十分に発揮させることができると共に、端子処理が煩雑になるのを避けることができる。

請求項 4 に記載の発明は、撚り線の外面を覆う第 2 の絶縁材がフッ素樹脂であることを特徴とする。フッ素樹脂は耐熱温度が高く柔軟性に富むので、絶縁性が向上するとともに巻線の巻回作業が容易となる。なお、請求項 37 に記載の発明に係る端子処理では、フッ素樹脂で巻線の端末部が覆われた状態で、端子部の接続部に挟み込み、溶融・加圧作業を行う。これにより導体と端子部との電気接続を安定して行うことができる。端子処理を含め、アルミニウム等を誘導加熱するのに適した誘導加熱用コイルの製造が一層容易となる。

請求項 5 に記載の発明の誘導加熱用コイルは、第 2 の絶縁材が融点の異なる複数の層を有し、最も外側の層の絶縁材の融点をその内側の絶縁層の融点より低くしたことを特徴とする。巻線を巻回してコイル部を形成した後、コイル部を、最外層の温度が最外層の融点より高くその内側の絶縁層の温度がその絶縁層の融点より低い温度となるように加熱する。加熱により、少なくとも最外層の絶縁層を溶かしてから冷却する。これにより、素線を溶融しない又は多少溶融しても溶融度合の小さな内側の絶縁層で保護しつつ隣り合う巻線を相互に接着してコイル部の形状を固定することができる。従って、コイル部の形成作業を容易にしかつ信頼性を高めることができる。

なお、この作業の後に請求項 37 に記載の端子処理を行えば、さらに製造が簡単で安価な誘導加熱用コイルを提供することができる。

請求項 6 に記載の発明の誘導加熱用コイルの製造方法は、第 1 の絶縁材で導体を被覆した素線を複数束ねて撚り合わせた撚り線の外面を第 2 の絶縁材で覆って形成した巻線を所定の形状に所定の巻数で巻回してコイル部を形成する工程、前記導体と電気接続を保って前記コイル部の端末に外部接続用の端子を接続する工程を有する。

請求項 7 に記載の発明の誘導加熱用コイルの製造方法では、巻線は、複数の素線を束ねて撚り合わせた撚り線を少なくとも 2 つ撚り合わせることを 1 回以上行って多重撚り線を形成することを特徴とする。

請求項 8 に記載の発明の誘導加熱用コイルの製造方法は、第 2 の絶縁材は融点の異なる複数の絶縁層を有するとともに、前記第 2 の絶縁材を構成する最も外側の絶縁層がその内側の絶縁層の融点より低い融点の絶縁層で形成され、熱を加えることにより前記最も外側の絶縁層を溶融して前記巻線を相互に固着させる工程を有する。

請求項 9 に記載の発明の誘導加熱用コイルの製造方法は、巻回した前記コイル部を所定の温度に加熱して前記巻線の第 2 の絶縁材を溶融して隣接する第 2 の絶縁材を相互に接着し、固化後に前記コイル部の形状を保つ接着工程を有する。

請求項 10 に記載の発明は、断面積の異なる素線を束

ねて撚り合せた巻線を巻回して加熱コイルを構成する。これにより、断面積の大きい素線が断面積の小さい素線の間に入り、隣り合う断面積の小さい素線と断面積の小さい素線との間の空間が広がるので、近接作用による高周波抵抗を低減できる。その結果、加熱コイルの自己発熱が小さくなり、加熱効率を高めることができる。つまり、断面積の小さい素線は断面積の大きい素線に比べて、断面積当たりの高周波抵抗が小さく、断面積の小さい素線を主として高周波電流は流れることになる。一方、高周波電流の流れにくい断面積の大きい素線は、断面積の小さい素線間の空間を広げ、断面積の小さい素線どうしが接近することによって近接作用が働き高周波抵抗が増大するのを防止する。

請求項 11 に記載の発明は、巻線を、予め断面積の異なる素線もしくは断面積の異なる素線を含む撚り線をさらに複数撚り合わせる、という撚り合わせを複数回行う多重撚り線構造とした。断面積の大きい素線が断面積の小さい素線の間に入ることで、断面積の小さい素線どうしの間の空間を広げることができ、近接作用による高周波抵抗を低減できる。その結果、加熱コイルの自己発熱が小さくなり、加熱効率を高めることができる。

請求項 12 に記載の発明は、請求項 9 に記載に構成において、巻線を、第 1 の断面積の素線もしくは第 1 の断面積の素線を用いた撚り線の周囲に、第 1 の断面積と異なる第 2 の断面積の素線もしくは第 2 の断面積の素線を

用いた撚り線を撚り合せて形成する構成とした。これにより、断面積の大きい素線が断面積の小さい素線の間ランダムに入る。また断面積の小さい素線と断面積の小さい素線との間の空間を安定して広げることができ、近接作用による高周波抵抗の増大を安定して低減でき、加熱コイルの自己発熱が小さくし、加熱効率を高めることができる。

請求項 13 に記載の発明は、素線もしくは撚り線を有する巻線の外周の一部もしくは全体に第 2 の絶縁材を設ける構成とする。これにより、巻線を用いて巻回しコイル部を作製したとき、巻線間に絶縁体が存在するので巻線間の間隔が広がる。その結果素線間の近接作用による高周波抵抗の増大を低減できるとともに、巻線間の絶縁強度が向上し、信頼性を高めることができる。

請求項 14 に記載の発明は、素線もしくは撚り線を撚り合わせて上位撚り線を形成し、前記上位撚り線の外周の一部もしくは全体に第 2 の絶縁材を設け、さらに撚り合わせて多重撚り線構造としている。これにより上位撚り線間の間隔が広がるので各素線間の近接作用による高周波抵抗の増大を防止できる。またこの巻線を巻回してコイル部を作製したとき、巻線間の絶縁強度が向上し、信頼性を高めることもできる。

請求項 15 に記載の発明は、請求項 13 または 14 に記載の第 2 の絶縁材を所定の処理を行うことにより接着機能を有する固着性絶縁体とすることにより、巻線の巻

回後にコイル部の形状を安定に保持する。

請求項 16 に記載の発明は、請求項 15 に記載の固着性絶縁体を熱可塑性樹脂を含み、熱を与えることにより絶縁体と絶縁体とが融着するので、巻線の巻回後にコイル部の形状を安定に保持することができる。

請求項 17 に記載の発明は、請求項 15 に記載の固着性絶縁体を未硬化もしくは半硬化のゴムまたは樹脂を含み、熱を与えることにより第 2 の絶縁材と隣接する他の第 2 の絶縁材とが固着するので、巻線の巻回後にコイル部の形状を安定に保持することができる。

請求項 18 に記載の発明は、請求項 15 に記載の固着性絶縁体を未硬化もしくは半硬化のゴムまたは熱硬化樹脂を含浸した織布もしくは不織布を含み、熱を与えることにより第 2 の絶縁材と隣接する他の第 2 の絶縁材とが固着するので、巻線の巻回後にコイル部の形状を安定に保持することができる。

請求項 19 に記載の発明は、巻線の外周に設ける第 2 の絶縁材を熱収縮テープとする。前記熱収縮テープを撚り線もしくは巻線に巻回し、熱を与えることにより撚り線もしくは巻線を固定する構成とする。これにより、巻線を巻回後にコイル部の形状を安定に保持することができる。

請求項 20 に記載の発明は、巻線の外周に設けた第 2 の絶縁材の外周に接着部を設け、この接着部を介して隣接した第 2 の絶縁材どうしを接着する。これにより、巻

線を巻回後にコイル部の形状を安定に保持することができる。

請求項 2 1 に記載の発明は、撚り線もしくは巻線の外周に第 2 の絶縁材を設ける前に加熱して揮発成分を低減する。従って使用時にコイル部に熱が加わった場合や第 2 の絶縁材間の接着に際してコイル部に熱を加えた時、コイル部内部から発生する揮発成分が撚り線と第 2 の絶縁材との間や巻線と第 2 の絶縁材との間に溜ることがなくなり、揮発成分がコイル部を変形させることを防止できる。

請求項 2 2 に記載の発明は、コイル部は、その全体の空間体積に対し素線の導体の総体積を 5 0 % 以下となるように構成する。これにより、コイル部全体としてみた場合の素線間の距離が広がり、近接作用による抵抗の増大を抑制することができる。

請求項 2 3 に記載の発明では、撚り線もしくは巻線に導体の直径が 0 . 1 m m 以下の素線を用いている。素線の導体部の直径が 0 . 1 m m 以下になると第 1 の絶縁層を厚く塗ることが製造する上で困難になり、コストも高くなる。しかし撚り線又は巻線の外周に絶縁体を設けることにより容易に撚り線間もしくは巻線間の絶縁を強化でき、信頼性向上やコスト低減が図れる。

請求項 2 4 に記載の発明は、誘導加熱用コイルに 4 0 ~ 1 0 0 k H z の高周波電流を流して被加熱体を誘導加熱する。これにより、この誘導加熱用コイルを用いる誘

導加熱装置を銅鍋およびアルミニウム鍋に適したものにすることができる。

請求項 25 に記載の発明は、右撚り線と左撚り線が混在した巻線が巻回されたコイル部を備えている。これにより、表皮効果の影響を低減するために多数の細線を用いたために大きくなる近接作用の影響を低減できる。コイル部は巻線を渦巻き状に巻回しているために、内側の素線と外側の素線とで半径が異なる。そのため電流の向きが隣接する巻線のものと互いに異なり不揃いとなる。さらに、右撚り線と左撚り線とでは、電流の向きが互いに異なり不揃いであるため、巻線内部においても不揃いとなりますますます不揃いとなる。コイル部におけるこの電流の向きの不揃いにより、この巻線を用いた加熱コイルは表皮効果および近接作用の影響によるコイル抵抗の増大を防ぎ、誘導加熱を効率のよいものにすることができる。

請求項 26 に記載の発明では、巻線は右撚り線と左撚り線とを夫々一束以上用いてさらに撚って、撚り線を多重撚り線とする。これにより、請求項 25 に記載の作用と同じ作用により、表皮効果および近接作用の影響が低減され、効率よく誘導加熱できる誘導加熱用コイルを提供することができる。

請求項 27 に記載の発明では、巻線は少なくとも 1 つの段階の撚りに右撚り線と左撚り線とを同数量用いる構成とする。これにより、巻線における電流の向きの不揃

いの偏りを少なくすることができる。

請求項 28 に記載の発明では、巻線は少なくとも 1 つの段階の撚りに右撚り線と左撚り線とを予め 1 束ずつ撚り合わせた構成とする。これにより、巻線における電流の向きの不揃いの部分を均等に配分することができる。

請求項 29 に記載の発明は、巻線は、素線もしくは撚り線を複数本撚って、2 種類以上の撚りピッチ寸法の撚り線を複数個形成し、その撚りピッチ寸法の異なる撚り線を複数個用いてさらに撚った撚り線からなる多重撚り線構造とした。撚りピッチ寸法により素線の曲がり具合が異なるため、異なるピッチの撚り線が集合した場合、各素線の電流の向きは異なる。したがって電流の方向は不揃いとなり、近接作用の影響は少なくなる。この巻線を巻回してコイル部を形成すれば、誘導加熱の効率が向上する誘導加熱用コイルを提供することができる。

請求項 30 に記載の発明では、巻線を、ピッチ寸法の比の値が整数倍でない撚り線を用いて形成する構成とした。これにより、巻線を形成した場合、複数の撚り線間でピッチが一致することがないため、巻線のすべての部分で電流の向きが不揃いとなり、さらに近接作用の影響を低減できる。

請求項 31 に記載の発明は、素線もしくは撚り線を不規則なピッチで撚り合わせた巻線を巻回して構成する。これにより、巻回した巻線同士が隣接した部分の電流の方向が不揃いのため近接作用の影響を受け難くすること

ができ、誘導加熱効率を向上させる誘導加熱用コイルを提供することができる。

請求項 3 2 に記載の発明は、巻線は、素線もしくは撚り線を複数本用いて形成した、右回りの螺旋状でかつ円管状の右螺旋部と左回りの螺旋状でかつ円管状の左螺旋部とが混在した撚り線からなる構成とする。これにより、近接作用の影響を少なくできる。

請求項 3 3 に記載の発明は、巻線は右螺旋部と左螺旋部とをが、どちらか一方の螺旋部の内側に他方の螺旋部を近接して設けられて構成されている。これにより、近接作用の影響が少なくなるとともに、被加熱物と右螺旋部との距離と被加熱物と左螺旋部との距離が同等になり、右螺旋部と左螺旋部とに流れる電流の偏りが低減し、誘導加熱コイル用のロスが低減する。

請求項 3 4 に記載の発明は、巻線は、円管状の右螺旋部と左螺旋部との内外の位置関係を前記素線もしくは前記撚り線が交差するごとに交互に入れ替える構成とした。これにより、近接作用の影響を少なくできるとともに、請求項 3 3 に示す理由により右螺旋部と左螺旋部とに流れる電流の偏りが更に低減し、誘導加熱用コイルのロスが更に低減する。

請求項 3 5 に記載の発明は、巻線は円管状の右螺旋部と左螺旋部との位置関係を所定の長さごとに入れ替える構成とした。これにより、近接作用の影響を少なくできる。そのため請求項 3 4 の効果に加えてコイルの製造に

において、右螺旋部と左螺旋部の入れ替え工程作業が容易となり、生産性が向上するので、コスト低減が図れる。

請求項 36 に記載の発明は、円管状の螺旋部を有する巻線を加圧して偏平にしたものを巻回してコイル部を構成する。これにより、近接作用の影響を少なくした加熱コイルを小形にすることができる。

請求項 37 に記載の発明の誘導加熱コイルは、電流を流してジュール熱により自己発熱すると同時にコイル部の末端を加圧して第 1 の絶縁材及び第 2 の絶縁材を熔融させ、導体と圧接することにより電気接続を保ってコイル部のリード線の末端に固定した外部接続用の端子部とを有する。これにより、撚り線の表面を覆った第 2 の絶縁材と個々の素線の導体表面に形成された第 1 の絶縁材が端子部の発熱により部分的に熔融して、加圧部周囲に移動する。これにより素線の導体間相互及び素線の導体と外部接続用の端子部間の電気接続を圧接により確実かつ短時間で行うことができる。請求項 1、2、13 又は 14 に記載の構成においては巻線の構成が複雑になり、末端部における第 1 の絶縁材及び第 2 の絶縁材のはく離作業が従来の薬液による方法では複雑となる。しかし本発明の構成によれば、素線の被覆を薬液処理などであらかじめ除去する必要もなく、半田付け作業も省略できる。また請求項 3 に記載の発明のように素線の直径が細く、素線数が多くなる場合においても同様に効率的に巻線と端子部の接続を安定して行うことができる。

請求項 38 に記載の発明の誘導加熱コイルは、コイル部を保持するためのコイル保持部材を更に有し、端子部は前記コイル保持部材に固定されるとともに、ねじ穴を有していることを特徴とする。これによりコイル保持部材が接続用の端子台の役割を果たし、リード線を短くして取扱いを容易にするとともに配線接続作業を行いやすくなる。

請求項 39 に記載の発明の誘導加熱コイルは、コイル部を保持するためのコイル保持部材を更に有し、端子部は前記コイル保持部材に固定されるとともに、めねじ部を有していることを特徴とする。端子部はコイル保持部材に固定されるとともに、ねじ山を内面に設けた円筒状の突出部を具備するめねじ部を有している。従ってコイル保持部材を外部接続用の端子台の役割を持たせることができる。またコイル部のリード線を短くでき、リード線の絶縁のために他の絶縁チューブなどの部品を必要としないので配線作業も容易になる。

また、端子部を前記加熱コイル保持部材に取り付けたとき、めねじ部の突出部と加熱コイル保持部材により端子部の横方向の移動が規制されることを特徴とする。この構成により、端子部の位置を規制する別の部品を必要としなくなるのでコストを削減することができるとともに、端子部の取付作業も容易になる。

請求項 40 に記載の発明の誘導加熱コイルは、コイル部及び端子部を保持するためのコイル保持部材を更に有

する。前記端子部は、コイル部の端末を加熱と同時に加圧して導体と電気接続するための接続部、前記接続部に連設された巻線保持部、及び前記巻線保持部に非直線的に連設された曲げ部とを有する。前記曲げ部はめねじ部又は孔を有するとともに、前記コイル部の端部の巻線は前記接続部から前記巻線保持部と略同方向に引き出される。

この構成により、端子部がコイル保持部材に保持されるので、コイル部のリード部を短くすることができるとともに、インバータ等コイル部に高周波電流を供給する装置に接続する作業が容易になる。端子部は、巻線を加熱と同時に加圧して電気接続するための接続部、接続部に連設された巻線保持部、及び巻線保持部に非直線的に連設された曲げ部とを有する。コイル部の端部の巻線は接続部から巻線保持部と略同方向に引き出されるので、組み立て時あるいは組み立て後、コイル部の端末部が巻線保持部に載置される状態となる。これにより接続部の巻線に大きな屈曲の力が加わるのを防止する。また、巻線保持部に非直線的に連設された曲げ部にめねじ部又は孔を有する。これにより外部配線を端子部のめねじ部または孔にねじ、またはねじ・ナットにより接続する際にコイル端末部が邪魔をしないという効果がある。

請求項41に記載の発明の誘導加熱用コイルの製造方法は、第1の絶縁材で導体を被覆した素線を複数束ねて撚り合わせた撚り線の外面を第2の絶縁材で覆って形成

した巻線を所定の形状に所定の巻数で巻回してコイルを形成する工程、及び電流を流すことによるジュール熱により発熱すると同時に前記コイル部の端末を加圧して前記第1の絶縁材及び第2の絶縁材を熔融させ前記導体と圧接することにより前記導体と電気接続を保って前記コイルの端末に外部接続用の端子を接続する工程を有する。

請求項42に記載の発明の誘導加熱用コイルの製造方法では、コイル及び端子を保持するためのコイル保持部材を更に有する。前記端子は、コイルの端末を加熱と同時に加圧して導体と電気接続するための接続部、前記接続部に連設された巻線保持部、及び前記巻線保持部に非直線的に連設された曲げ部とを有する。前記曲げ部はめねじ部又は孔を有するとともに、前記製造方法は前記コイルの端部の巻線を前記接続部から前記巻線保持部と実質的に同じ方向に引き出す工程を有する。

図面の簡単な説明

図1は、本発明の第1実施例の誘導加熱用コイルに用いる第1の例の巻線の断面図である。

図2は、本発明の第1実施例の誘導加熱用コイルに用いる第2の例の巻線の断面図である。

図3は、本発明の第1実施例の誘導加熱用コイルに用いる第3の例の巻線の断面図である。

図4は、本発明の各実施例に共通の誘導加熱用コイルの平面図である。

図 5 は、本発明の第 2 実施例における誘導加熱用コイルの撚り線の断面図である。

図 6 は、図 4 に示す誘導加熱用コイルを設けた誘導加熱調理器の例の断面図である。

図 7 は、本発明の第 2 実施例の誘導加熱用コイルの他の例における撚り線の断面図である。

図 8 は、本発明の第 2 実施例の誘導加熱用コイルの他の例における撚り線の断面図である。

図 9 は、本発明の第 3 実施例における誘導加熱用コイルの巻線の断面図である。

図 10 は、本発明の第 3 実施例の誘導加熱用コイルの他の例における巻線の断面図である。

図 11 は、撚り線を構成する素線の断面図である。

図 12 は、本発明の第 3 実施例における誘導加熱用コイルの他の例の巻線の断面図である。

図 13 の (a) は、本発明の第 4 実施例における誘導加熱用コイルの撚り線の構成を示す断面図である。

図 13 の (b) は、右撚り線と左撚り線の側面図である。

図 14 は、本発明の第 4 実施例の誘導加熱用コイルの撚り線の他の構成を示す断面図である。

図 15 は、本発明の第 4 実施例の誘導加熱用コイルに用いる、右撚り線と左撚り線を撚り合わせた構成の側面図である。

図 16 は、本発明の第 4 実施例の誘導加熱用コイルに

用いる撚り線の他の例の断面図である。

図 1 7 は、本発明の第 5 実施例における誘導加熱用コイルに用いる撚り線の断面図である。

図 1 8 は、本発明の第 6 実施例における誘導加熱用コイル部の平面図である。

図 1 9 は、本発明の第 7 実施例における誘導加熱用コイルに用いる撚り線の側面図である。

図 2 0 は、図 1 9 に示す撚り線の断面図である。

図 2 1 は、本発明の第 7 実施例の誘導加熱用コイルに用いる撚り線の他の構成を示す側面図である。

図 2 2 は、本発明の第 7 実施例の誘導加熱用コイルに用いる撚り線の他の構成を示す側面図である。

図 2 3 は、本発明の第 7 実施例の誘導加熱用コイルの断面図である。

図 2 4 の (a) は、本発明の実施例の誘導加熱用コイルの端子部とコイルリード部との接続前の状態を示す斜視図である。

図 2 4 の (b) は、図 1 の b - b 断面図である。

図 2 5 は、本発明の実施例の誘導加熱用コイルの端子部とコイルリード部との接続後の状態を示す斜視図である。

図 2 6 は、本発明の実施例の誘導加熱用コイルのコイル部、コイル保持部材、端子部、端子固定部の構成を示す斜視図である。

図 2 7 は本発明の実施例の端子部とコイルリード部と

の接続に用いる接続装置の側面図である。

図 28 の (a) は、図 8 に示す接続装置の上部電極の斜視図である。

図 28 の (b) は、同下部電極の斜視図である。

図 29 は、本発明の実施例における加熱及び加圧工程開始前の状態を示す斜視図である。

図 30 は、本発明の実施例における加熱及び加圧工程中の状態を示す斜視図である。

発明を実施するための最良の形態

以下に本発明の誘導加熱用コイルの好適な実施例を図 1 から図 29 を参照して説明する。

以下の各実施例の説明において、「素線」とは、1 本の細い導線のことであり、誘導加熱用コイルを構成する導体の最小の構成要素である。複数の素線を撚り合わせることによって、誘導加熱コイル用の導体が構成され、これを「巻線」と呼ぶ。この巻線を渦巻状に巻回することにより誘導加熱用コイルが構成される。

<< 実施例 1 >>

本発明の第 1 実施例の誘導加熱用コイルの各種の巻線について図 1 から図 3 を参照して説明する。これらの巻線を、図 4 に示すように渦巻状に巻回することによって誘導加熱用コイル 61 が得られる。この誘導加熱用コイルを用いる誘導加熱装置（この実施例では誘導加熱調理

器) を図 6 の断面図に示すが、これについては後で詳しく説明する。

図 1 は第 1 の例の巻線 30 の断面図である。図において、素線 25 は、直径が例えば 0.05 mm の銅線からなる導体の外面が第 1 の絶縁材であるポリエステルイミド等の耐熱性の絶縁被膜（厚みは 3 μ m）により被覆され形成されている。素線 25 を 540 本束にして撚り合わせ、撚り線を形成する。図 1 では、図が繁雑になるのを避けるため撚り線 32 として 60 本の素線が図示されているが、実際の撚り線 32 は 440 本の素線を有している。撚り線 32 を形成するときの撚り合わせを「第 1 段階の撚り合わせ」と呼ぶことにする。次に 3 つの撚り線 32 を互いに撚り合わせる。3 つの撚り線 32 の撚り合わせを「第 2 段階の撚り合わせ」という。3 つの撚り線 32 を撚り合わせたものを第 2 の絶縁材であるフッ素樹脂等の耐熱性の絶縁材 31（厚みは 50 ~ 200 μ m）で被覆して巻線 30 が完成する。巻線 30 は 1620 本の素線 25 を有する。巻線 30 を構成するために、素線 25 の第 1 段階の撚り合わせと、撚り線 32 の第 2 段階の撚り合わせを組み合わせることを「多重撚り合わせ」といい、その構造を「多重撚り合わせ構造」という。また多重撚り合わせで形成された巻線を「多重撚り線」という。多重撚り合わせは、第 2 段階の撚り合わせ以上の多段階の撚り合わせを行うこともできる。

図 2 は第 2 の例の巻線 40 の断面図である。図におい

て、素線 2 5 は前記第 1 の例の素線 2 5 と同じである。素線 2 5 を 6 0 本束にして第 1 段階の撚り合わせを行って撚り線 4 2 を形成する。次に 9 つの撚り線 4 2 を束にして第 2 段階の撚り合わせを行い撚り線 4 3 を形成する。さらに 3 つの撚り線 4 3 を束にして第 3 段階の撚り合わせを行い、熱可塑性の絶縁材 4 1 で被覆して多重撚り線の巻線 4 0 が完成する。巻線 4 0 は 1 6 2 0 本 ($60 \times 9 \times 3 = 1620$) の素線 2 5 を有している。

図 3 の断面図に示す第 3 の例の巻線 5 0 は、図 2 に示す前記の巻線 4 0 を更に絶縁材 5 1 により被覆したものであり、絶縁材 4 1 と 5 1 で 2 重に被覆している。絶縁材 5 1 は絶縁材 4 1 よりも低融点の材料で構成されている。

図 1 に示す巻線 3 0 では第 1 及び第 2 段階の撚り合わせが行われている。また図 2 及び図 3 の巻線 4 0 及び 5 0 では、第 1、第 2 及び第 3 段階の撚り合わせが行われている。巻線 3 0 又は 4 0 の導体 2 5 の総断面積、即ち、各素線 2 5 の導体断面積を合計した総断面積が同じであっても、各素線 2 5 の径を細くしかつ本数を多くして撚り合わせて巻線 3 0 又は 4 0 を形成することで、高周波電流通電時の表皮効果によるコイル部 6 1 における損失を抑制することができる。更に、本実施例では、2 段階又は 3 段階の撚り合わせがなされる。これにより、素線 2 5 の本数と各素線 2 5 の導体径が同じ、即ち導体の総断面積が同じであっても、1 段階しか撚り合わせをしな

い巻線に比較して、巻線内において撚り合わされる素線 25 の向きが、一様でなくなる度合いが大きくなる。そのため高周波電流通電時の近接効果によるコイル部における損失を抑制することができる。例えば、巻線 30 を形成するために第 2 段階で寄り合わされるひとつの撚り線 32（第 1 段階で撚り合わされたもの）を構成する各素線 25 の向きと、第 2 段階で前記撚り線 32 と共に撚り合わされる他の撚り線 32 を構成する各素線 25 の向きとは、巻線 30 内側において大きく異なる。また、コイル部 61 における巻線 30 の隣り合った部分においても、各素線 25 の向きが互いに大きく異なる。巻線 40 及び 50 では巻線 30 に比べ 1 段階多い多段階の撚り合わせを行っており、素線 25 の数は巻線 30 と同じであるが、近接効果による実効抵抗の増加が更に抑制される。このように巻線 30、40 及び 50 では、直径 0.05 mm の細い素線 25 を用い、多段階の撚り合わせを行う。これにより表皮効果と近接効果による実効抵抗の増加を共に減らすことができる。

図 1 又は図 2 に示す巻線 30 又は 40 を用いて誘導加熱用コイルを作るときは、図 4 の平面図に示すように、耐熱樹脂製のコイル保持部 60 に巻線 30 又は 40 を渦巻状に巻回したコイル部 61 を載置して取り付ける。渦巻状の隣り合う巻線 30 間は接着剤により接着している。コイル部 61 の両端部のコイルリード部 63、83 は、図 24、25 及び図 26 を参照して後で詳しく説明する

ように、それぞれ外部（インバータ等高周波電流供給装置）接続用の端子部 65、85 に接続される。

図 3 に示す巻線 50 は、外側の第 2 の絶縁材 51 を内側の絶縁材 41 の融点（一実施例では 290℃～320℃）より低い融点（一実施例では 220℃～280℃）の樹脂で形成している。従って、図 4 に示すように渦巻状に形成した後第 2 の絶縁材 51 が所定の温度（一実施例では 285℃）となるように加熱することにより絶縁材 51 のみが融けて巻線 50 が隣り合う部分で接着される。

素線 25 の導体を被覆する第 1 の絶縁材である耐熱性絶縁被膜を 2 層にして（図示していない）、内側をポリエステルイミド（厚み 3 μm ）で構成し、外側をポリアミドイミド（厚み 0.5 μm ）で構成してもよい。内側のポリエステルイミド（厚み 3 μm ）だけでもよいが、素線 25 の直径が 0.05 mm ときわめて細い。従って、素線を束ねて撚り線にする時に素線間の摩擦で素線が断線したり被膜の損傷が起きないようにする必要がある。そこで素線間の滑りを良くするため外側にポリアミドイミド膜（厚み 0.5 μm ）が形成されている。

巻線 30、40、50 を構成する撚り線を被覆する第 2 の絶縁材 31、41、51 としては、ポリアミド樹脂、ポリアミドイミド樹脂、ポリエステル樹脂、フッ素樹脂等の熱可塑性樹脂が適している。また図 3 に示す第 2 の絶縁材である内側の絶縁材 41 に融点が高い（約 300

℃) フッ素樹脂である P F A を用い、同じく第 2 の絶縁材である外側の絶縁材 5 1 に融点が前記 P F A より低い (約 2 3 0 ℃) 樹脂を用いるのが、安定した絶縁性と加熱による接着性の点で望ましい。

さらに、第 2 の絶縁材 3 1、4 1、5 1 として未硬化もしくは半硬化のゴムまたは熱硬化性の樹脂を用いる。コイル部 6 1 を作製の途中段階において、すなわち巻線 5 0 を巻回している際、もしくは巻線 5 0 を巻回し終えてコイル部 6 1 を形成後、樹脂を加熱固化させる。これにより、絶縁材と絶縁材あるいは絶縁材と素線とを固着させ、コイル部 6 1 の形状を安定化させることができる。なお、ゴムとしてはシリコン系、フッ素系などのゴムが用いられる。また、熱硬化樹脂としてはエポキシ樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、フェノール樹脂などが用いられる。

第 2 の絶縁材として、未硬化もしくは半硬化のゴムまたは樹脂、特に半硬化のゴムまたは樹脂を織布もしくは不織布に塗布もしくは含浸したものを用いてもよい。含浸後加熱硬化させることによりコイル部の形状を安定化させることができる。特にテープ状の織布もしくは不織布を用いた場合、撚り線の外周の一部または全体を容易に巻回できるので取り扱いが容易であり、かつ安定した絶縁層を設けることができる。なお、ゴムまたは樹脂は上述のものと同種のものであれば使用できる。

また、予め熱を加え、撚り線自体が有している揮発成

分を発散させて低減した後、撚り線の外周に絶縁材 4 1 を設け、さらにその外側に接着層である第 2 の絶縁材 5 1 を設けるようにしてもよい。ここでいう接着層は融着層を含む。この構成の巻線 5 0 を巻回後、加熱することによりコイル部 6 1 の巻線 5 0 の隣り合う部分が固着し形状の安定したコイル部 6 1 を得ることができる。

この他、第 2 の絶縁材として熱収縮テープを用いてもよい。すなわち、撚り線に熱収縮テープを巻回後、加熱することによりテープが収縮し撚り線を締め付け、コイル 6 1 を安定した形状にすることができる。

<<実施例 2>>

本発明の第 2 実施例の誘導加熱用コイルを図 5 から図 8 を参照して説明する。本実施例は、断面積の異なる素線を束ねて撚って撚り線を形成し、その撚り線表面を、第 2 の絶縁材で被覆させ巻線を作製し、この巻線を巻回して誘導加熱用コイルを構成することを特徴としている。銅鍋やアルミニウム鍋のように低抵抗率でかつ透磁率の低い加熱体を加熱するために、40～100kHz の高周波電流を誘導加熱用コイルに流すと、表皮効果により誘導加熱用コイルの実効抵抗が増大する。表皮効果の影響を低減するためには断面積の小さい素線を数を多くして用いるとよい。しかし断面積の小さい素線を用いると隣接する巻線が密接して素線間の実効的な間隔が小さくなる。その結果、近接作用による抵抗の増大が顕著とな

る。本実施例では、断面積の小さい素線を用いることにより表皮効果を低減する。さらに断面積の小さい素線と断面積の大きい素線とを混在させて、断面積の小さな素線間の間隔を実質的に大きくする。これにより近接作用による抵抗の増大を抑制する。その結果、加熱コイルの高周波抵抗が実質的に小さくなって自己発熱を低減し、加熱効率を改善することができる。

本実施例の誘導加熱用コイルを用いる誘導加熱調理器の概要について図6を用いて説明する。誘導加熱調理器の外郭を構成する本体101の上面に、トッププレート102が設けられている。本体101の中に、巻線を巻回して作製した誘導加熱用コイル61が設けられている。誘導加熱用コイル61は制御部104により制御される。トッププレート102上にアルミニウム製の鍋等の被加熱体105が置かれる。誘導加熱用コイル61に高周波電流を流すと磁束が発生し、この磁束によって被加熱体105に誘導される渦電流の渦電流損による発熱により被加熱体105が加熱される。

以下、本実施例における巻線の撚り線の構成について図5、図7、図8を参照して説明する。図5は本発明の第2実施例におけるコイル部61の巻線を構成する撚り線106の断面図である。図5において図1～図3に示す第2の絶縁体31、41、51は図示するのを省略しているが実際は存在する。図5において、撚り線106は、断面積の小さい素線107（例えば直径が0.05

mmの素線)と、断面積の大きい素線108、(例えば直径が0.1mmの素線)とを混在させて撚り合わせたものである。表皮効果を低減するための断面積の小さい素線107の近接作用を低減するために、断面積の小さい素線107と断面積の大きい素線108とをランダムに混在させる。隣り合う素線107間及び108間には、図に示すように隙間が存在するように束ねられている。これにより隣り合う断面積の小さい素線107間の実効的な間隔を大きくすることができる。また、断面積の大きい素線108の間に断面積の小さい素線107を必ず介在させるようにして隣り合う断面積の小さい素線107間の間隔を実効的に大きくなるようにすると近接作用を低減できる。また、断面積の小さい素線107どうしおよび断面積の大きい素線108どうしが接近せず均一に分布するようにするとさらに効果的である。

このようにして得られた数本の撚り線106に第1段階の撚り合わせを行って上位撚り線を作る。さらに必要に応じて数本の上位撚り線に第2段階の撚り合わせ行って、さらに上位の撚り線(高次の撚り線という)としていく(図示省略)。このように上位撚り線を複数回撚り合わせる多重撚り合わせ構造とし図1～図3に示すように第2の絶縁体を表面に形成した巻線を巻回して構成した加熱コイル部61は、40～100kHzの高周波電流を流したときの近接作用によるコイル部61の高周波抵抗の増大が抑制される。その結果、コイル部61の自

己発熱が低減し、加熱効率のよい誘導加熱用コイルを得ることができる。直径 0.05 mm の素線のための撚り線と、直径 0.1 mm の素線のための撚り線とのそれぞれのトータル断面積を同じにした場合、高周波抵抗は、直径 0.05 mm の素線の方が小さくなる。したがって、直径 0.05 mm の素線と直径 0.1 mm の素線とが混在する撚り線では、直径 0.05 mm の素線を主に高周波電流が流れ、直径 0.1 mm の素線にはあまり流れないことになる。直径 0.1 mm の素線が直径 0.05 mm の素線の間に入ることで、直径 0.05 mm の素線と直径 0.05 mm の素線との間の空間を広げ、近接作用で誘導加熱用コイルの高周波抵抗が増大することを防止することができる。

図 7 は本実施例における誘導加熱用コイルを構成する撚り線の他の例を示す断面図である。図において、断面積の小さい素線 107 を、断面積の大きい素線 108 の周囲を囲むように配置する。例えば 0.05 mm の素線 9 本を 0.1 mm の素線の周囲に配し、これを撚り線 109 として撚り合わせている。さらにこの撚り線 109 を撚り合わせ上位撚り線 110 を形成している。このようにすると、断面積の小さい素線 107 間の間隔を広げることができるので、近接作用による抵抗の増大を有効に抑えることができる。必要に応じて、上位撚り線 110 を複数撚り合わせ、さらに上位の撚り線としてもよい。この工程をさらに繰り返すことにより多重撚り構造とし

た巻線を得ることができる。

図 8 は本実施例における他の例の誘導加熱用コイルの上位撚り線 1 1 3 を示す断面図である。図 8 において、断面積の小さい素線 1 0 7 を撚り合わせ撚り線 1 1 2 とし、断面積の大きい素線 1 0 8 を撚り合わせた撚り線 1 1 1 の周囲に配置する。0.1 mm の断面積の大きい素線 1 0 8 を 4 本より合わせ撚り線 1 1 1 とし、その周囲に 0.05 mm の断面積の小さい素線 1 0 7 を 7 本撚り合わせた撚り線 1 1 2 を 8 束配して撚り合わせ上位撚り線 1 1 3 としている。このようにすると、断面積の小さい素線 1 0 7 間の間隔を広げることができるので、近接作用による高周波抵抗の増大を安定して抑えることができる。

なお、本第 2 実施例においては図 7、図 8 に示すように、断面積の大きい素線 1 0 8 の周囲に断面積の小さい素線 1 0 7 を配置したが、逆に断面積の小さい素線 1 0 7 の周囲に断面積の大きい素線 1 0 8 を配置しても良い。断面積の小さい素線と断面積の大きい素線とをバランスよく混在させて配置すれば良い。

<< 実施例 3 >>

本発明の第 3 実施例の誘導加熱用コイルを図 9 から図 12 を参照して説明する。本実施例は細い素線を撚り合わせた撚り線を、更に複数撚り合わせる工程を必要に応じて複数回行なう、多段階の撚り合わせをした多重撚り

合わせ構造にした巻線に関する。特に、巻線もしくは撚り線の少なくとも一部に絶縁体を配し、線間の実効的な距離を大きくし近接作用による抵抗の増大を抑制するものである。

図9は、本発明の第3実施例における誘導加熱用の巻線116の断面図である。図において、細い素線、例えば直径0.05mmの導体を第1の絶縁体の被膜で覆って絶縁して構成された素線60本を束ねた撚り線114を7束撚り合わせて上位撚り線115を作る。さらにこの上位撚り線115を3束撚り合わせ外周を第2の絶縁材117で被覆して多重撚り合わせ構造の巻線116としている。第2の絶縁材117で被覆する前にこの巻線116に熱を加え、巻線116自体に含まれている揮発成分を揮発させる。そして巻線116の外周の少なくとも一部に第2の絶縁体117を設ける構成としている。この巻線116を巻回してコイル部61を作製すると、隣接する巻線116相互間の少なくとも一部には第2の絶縁材が存在する。従って隣接する巻線116間の間隔が大きくなり、結果的に素線間の間隔が大きくなるので近接作用による高周波抵抗の増大を抑制することができる。巻線116の全体に第2の絶縁材117を設ける構成にすると、巻回したとき隣接する巻線116間の全体で絶縁強度が増加し、信頼性を高めることができる。銅やアルミニウム製の鍋等を加熱するために誘導加熱用コイルに高周波電流を流しているときの隣接する巻線11

6 間の電圧差はかなり大きいので、第 2 の絶縁材 1 1 7 を間に設ける本構成は絶縁の信頼性が高い。素線の直径が 0.05 mm 程度になると素線自体の絶縁層を厚くすることが製造上困難になりコストも高くなる。したがって、本実施例の構成は特に、直径（線径）の小さいコイル素線（0.1 mm 以下のもの）を使用する場合に、絶縁の信頼性を確保し、低コスト化を実現する上で優れている。

図 10 は本実施例における誘導加熱用巻線を示す断面図である。図 10 の上位撚り線 1 1 5 は、図 9 における上位撚り線 1 1 5 と同じものである。図 10 では、7 つの上位撚り線 1 1 5 を第 2 の絶縁材 1 1 7 a で被覆している。上位撚り線 1 1 5 を第 2 の絶縁材 1 1 7 a で被覆する前に、上位撚り線 1 1 5 に熱を加え、上位撚り線 1 1 5 自体に含まれている揮発成分を揮発させた後、上位撚り線 1 1 5 外周の少なくとも一部を第 2 の絶縁材 1 1 7 a で覆う。第 2 の絶縁材 1 1 7 a で覆った上位撚り線 1 1 5 a を 3 束撚り合わせて巻線 1 1 8 としている。この構成では各上位撚り線 1 1 5 a 間の少なくとも一部には第 2 の絶縁材 1 1 7 a が存在するので、そこでは各上位撚り線 1 1 5 a 間の間隔が大きくなる。結果的に各上位撚り線 1 1 5 a の素線間の間隔が大きくなるので近接作用による抵抗の増大を抑制することができる。また、上位撚り線 1 1 5 の全体を第 2 の絶縁材で覆う構成にして巻線 1 1 8 を作製すると、巻回したとき隣りあう巻線

1 1 8 間に第 2 の絶縁材が存在するので全体の絶縁強度が増加し信頼性を高めることができる。

樹脂含浸工程を省略してコストダウンを計る方法としては、図 1 1 に示す自己融着線を用いる方法が一般的に行われている。自己融着線とは、銅線などの導体 1 1 9 の周囲に絶縁層 1 2 0 を設け、さらにその外側に融着層 1 2 1 を設けた素線である。この素線 1 1 9 a を複数撚り合わせて形成した巻線を巻回してコイル部を作製する。巻回後コイル部を加熱することにより融着層 1 2 1 が溶融して固化する。これにより、各素線 1 1 9 a 間が固着されてコイル部の形状が安定に保持されるというものであった。

図 9 に示す本実施例の巻線 1 1 6 の外周、及び図 1 0 に示す上位撚り線 1 1 5 a の外周にはそれぞれ第 2 の絶縁材 1 1 7、1 1 7 a を設けている。従ってこの第 2 の絶縁材 1 1 7、1 1 7 a を利用することにより、図 1 1 の素線 1 1 9 a のような融着層 1 2 1 を用いなくてもコイル部の形状を安定に保持することができる。この構成については第 1 の実施例で述べたとおりである。

図 9 に示す巻線 1 1 6 の外周に接着層を設けた例について図 1 2 を用いて説明する。図 9 に示す巻線 1 1 6 に予め熱を加え巻線 1 1 6 自体に含まれている揮発成分を揮発させて低減した後、巻線 1 1 6 の外周に図 1 2 に示すように、接着層 1 2 2 を設け巻線 1 1 6 a を形成する。接着層 1 2 2 は加熱により融けて隣接する他の巻線 1 1

6 a に融着する融着層であってもよい。この構成の巻線 1 1 6 a を巻回したコイル部を加熱すると、隣接する巻線 1 1 6 a と巻線 1 1 6 a とが固着し形状の安定したコイル部を得ることができる。

コイル部を所定の形状を保つために、熱収縮テープを用いてもよい。すなわち、図 9 に示す上位撚り線 1 1 5、もしくはその上位撚り線を複数撚り合わせた巻線（図示していない）に熱収縮テープを巻回した後、加熱する。これにより熱収縮テープが収縮し上位撚り線 1 1 5 もしくは上記巻線を締め付け、コイル部を所定の安定な形状にすることができる。

以上述べた構成により、図 1 1 に示したような素線の融着層を用いなくてもコイル部の形状を安定化することができる。ただし、融着層を用いないと素線間の間隔が小さくなり近接作用により抵抗増大が問題になることがある。このときは融着層に相当する分だけ第 2 の絶縁材の厚みを増加すればよい。これにより素線の製造工程が簡略化され価格を低減することができる。なお、絶縁材料の耐熱性は設計に応じて必要とする耐熱区分の中から選択すればよい。

以上述べたように、本実施例によれば、近接作用による高周波抵抗の増大を抑制することができるとともに、絶縁性能が向上し信頼性を高めることができる。さらに接着性を有する絶縁構成にすることにより、コイル部形状の安定性を図ることができる。また、巻線や上位撚り

線の揮発成分を熱で揮発させて低減した後、巻線や上位撚り線の外周に第2の絶縁材を設けている。従って使用時にコイル部に熱が加わった場合や、第2の絶縁体間の接着に際してコイル部に熱を加えた時、コイル部内部から発生する揮発成分が上位撚り線と第2の絶縁材との間や巻線と第2の絶縁材との間に溜ることがない。すなわち揮発成分がコイル部を变形させるなどの不都合を防止できる。

第2実施例および第3実施例で述べたように、近接作用による高周波抵抗の増大を抑制するためには、素線を絶縁する第1の絶縁材の厚さを大きくしたり、上位撚り線または巻線に第2の絶縁材を設けたりすると効果的である。そこで、素線の第1の絶縁材の厚みを変えたり、第2の絶縁材の厚みおよび量を変えたりするなどの各種実験により、コイル部全体での近接作用の影響を調べた。その結果、外周に第2の絶縁材117、117aを形成した巻線116及び118を巻回してコイル部を形成したとき、コイル部として占有する全空間断面積に対する素線114の導体のトータル断面積が50%を超えないような構成にすると近接作用による高周波抵抗の増大を良好に抑えることができる。この比率が50%を超えると近接作用による高周波抵抗が著しく増大してくるという結果が得られた。この比率を加減することにより近接作用を考慮した設計がしやすくなるという効果が得られる。

また、実施例 1 および 2 の効果は、銅鍋やアルミニウム鍋のような 40 ~ 100 kHz の高周波電流で被加熱体を誘導加熱する場合に特に有効である。

なお、本実施例は誘導加熱装置の例として誘導加熱調理器について説明したが、その他各種誘導加熱装置においても同様の効果が得られる。

以上のように、本発明によれば、表皮効果および近接作用の影響を少なくし、高周波電流に対するコイル抵抗を減少させた誘導加熱用コイルを得ることができる。

<< 実施例 4 >>

本発明の第 4 実施例の誘導加熱用コイルを図 13 から図 16 を参照して説明する。本第 4 実施例の特徴は、素線もしくは撚り線を複数本用いて撚り線を作製するにあたって、右撚り線と左撚り線とを形成する。「右撚り線」とは、複数本の素線（又は撚り線）の束を右回りに回転させて撚った撚り線をいう。また「左撚り線」とは、左回りに回転させて撚った撚り線をいう。右撚り線と左撚り線を撚って撚り線を作りその周囲に第 2 の絶縁材を設けて巻線を作るとき、右撚り線と左撚り線がランダムに混在するように構成する。

図 13 の（a）は本実施例の巻線を構成する撚り線 209 の断面図である。

本実施例における巻線は銅鍋またはアルミニウム鍋を誘導加熱するのに適した約 40 kHz ~ 約 100 kHz

の高周波電流を流す誘導加熱用コイルに用いられる。高周波電流の周波数が高いほど誘導加熱用コイルに流す電流が少なくてすむが、周波数が高くなると同じ電流値でも誘導加熱用コイルの高周波電流に対する抵抗が増す。電流の大きさと高周波電流に対する抵抗の大きさを考えると高周波電流の周波数は約 60 kHz ~ 約 80 kHz が最適である。巻線を構成する素線の数及び直径は設計に応じ決定される。

本実施例における巻線を構成する撚り線は導体の線径 0.1 mm の材質が銅の素線を用いた 3 段階の多重撚り合わせ構造を有している（第 1 実施例を参照）。図 13 の（a）において、素線もしくは撚り線を複数本束ねて、第 1 段階の撚り合わせをして、右撚り線 206 と左撚り線 207 とを形成する。右撚り線 206 を右下がりのハッチングで示し、左撚り線 207 を左下がりハッチングで示す。次に上位撚り線として、左撚り線 207 を中心とし、その周囲に右撚り線 206 を 3 束と、左撚り線 207 を 3 束を交互に配置し、第 2 段階の撚り合わせを行って上位撚り線 208 を形成する。上位撚り線 208 は、右撚り線 206 が 3 束と、左撚り線 207 が 4 束の、合計 7 束の撚り線で形成される。

なお、第 2 段階の撚り合わせをした撚り線の束数は図 13 に示す束数に限定されるものではなく、2 束以上であればよい。また、右撚り線 206 と左撚り線 207 との束数の割合も前記に限定されるものではなく、少なく

ともどちらか一方が 1 束含まれる構成であればよい。例えば、右撚り線 206 を中央に設け、その周囲に左撚り線 207 を 6 束配置する構成としても良い。本実施例の図 13 の (a) では、中心の撚り線 207 の周りに右撚り線 206 と左撚り線 207 とを交互に配しているが、必ずしもこの構成に限定されるものではなくランダムに配置する構成としても良い。しかし、後述するように交互に配置することにより、各素線間の電流の向きが揃いにくくなるので近接作用を小さくする効果は大きくなる。上位撚り線 208 の作製にあたっては、撚り線 206 又は 207 の 2 束またはそれ以上を一組として右撚り線および左撚り線として撚り、これらを束ねるようにしても良い。

次に上位撚り線 208 の 5 束を束ねて第 3 段階の撚り合わせを行い撚り線とする。このとき、上位撚り線 208 をそのまま束ねても良い。上位撚り線 208 のいくつかを右撚りに撚り、残りの上位撚り線 208 を左撚りに撚って、両者を束ねてもよい。束ねる束数は先に述べたように設計に応じて決定される。この第 3 段階の撚り合わせをした結果の撚り線 209 の周囲に第 1 又は第 3 の実施例で示したような第 2 の絶縁材を設けて図 4 に示すコイル部 61 の巻線として用いる。第 3 段階以上の多段階の撚り合わせをした撚り線を作製し、それを用いてコイル部 61 の巻線を構成しても良い。上記の構成の撚り線 209 に高周波電流を流すと、図 13 の (b) の側面

図に示すように、隣接する右撚り線 206 と左撚り線 207 をそれぞれ矢印 236、237 で示すように螺旋状に電流が通る。このように隣接する右撚り線 206 と左撚り線 207 のそれぞれの電流の方向が異なっているので、近接作用による抵抗の増大が軽減される。電流の向きが互いに異なっていることを「電流の向きの不揃い」ということにする。

以上のように、右撚り線と左撚り線とはどの段階で作製しても良いし、また、右撚り線と左撚り線を束ねた後、さらに、次の段階で繰り返し右撚り線と左撚り線とを形成し束ねても良い。

本実施例の具体例によれば、直径 0.1 mm という細線を素線として用いているので、高周波電流を流した時の表皮効果による抵抗の増大を防ぐことができる。また、右撚り線と左撚り線とを束ねて巻線 209 を構成することにより、右撚り線の素線と左撚り線の素線間で電流の向きを不揃いにすることができる。これにより、隣接する他の撚り線に近接作用により生じる電流（電荷）の偏りを低減し抵抗の増大を防ぐことができる。

図 14 に本実施例の巻線を構成する撚り線の他の例の断面図を示す。この例の撚り線 211 は、素線をそれぞれ第 1 段階の撚り合わせをして形成した右撚り線 206 と左撚り線 207 とを 2 束ずつ、合計 4 束用いて第 2 段階の撚り合わせをして上位撚り線 210 を形成している。効果をより大きくするために、右撚り線 206 と左撚り

線 2 0 7 とを交互に配置している。この構成により、隣接する各撚り線 2 0 6、2 0 7 間で電流の方向が不揃いとなり、近接作用の影響を小さくすることができる。さらに、上位撚り線 2 1 0 を 7 束束ねて第 3 段階の撚り合わせをして撚り線 2 1 1 を形成している。撚り線 2 1 1 の周囲に第 2 の絶縁材を設けて巻線を形成しこの巻線を巻回して図 4 に示すコイル部 6 1 を形成する。この例では近接作用の影響の低減によりコイル部 6 1 の誘導加熱効率を更に高めることができる。

右撚り線 2 0 6 と左撚り線 2 0 7 とを同数用いて束ねるのはどの段階の撚り合わせでも良いが、できるだけ最初の段階すなわち第 1 段階で行うのが電流の流れの不揃い部分が全体に均等に分布するので効果的である。

また、第 2 段階の撚り合わせを行うとき、図 1 5 に示すように、予め右撚り線 2 0 6 と左撚り線 2 0 7 とを 1 束ずつ撚り合わせ、基本撚り線 2 1 2 とする。この基本撚り線 2 1 2 を複数本用いて、撚り合わせしつつ束ね、図 1 6 に示すように第 2 段階の撚り合わせをして上位撚り線のコイル導線 2 1 3 としても良い。この構成により、図 1 4 で説明したと同様に、隣接する各撚り線間の電流の方向が不揃いとなり、近接作用の影響を小さくすることができる。

なお、右撚り線 2 0 6 と左撚り線 2 0 7 とを束ね基本撚り線 2 1 2 とするのはどの段階の撚り合わせでも良いが、できるだけ最初の段階すなわち第 1 段階で行うのが

電流の流れの不揃い部分が全体に均等に分布するので効果的である。

<< 実施例 5 >>

本発明の第 5 実施例の誘導加熱用コイルに用いる巻線を図 17 の (a) 及び (b) を用いて説明する。本実施例の特徴は、素線もしくは撚り線を複数本撚って撚り線を形成するとき、撚りのピッチを変えたものを 2 種類以上用意する。撚りピッチを変えた撚り線の複数のものを撚って上位撚り線を作る多重撚り合わせ構造とした点である。撚りピッチとは 1 つの撚り部分から次の同じ状態の撚り部分までの間隔である。

図 17 の (b) は、第 1 段階の撚り合わせにより、素線もしくは撚り線の束を 3 種の撚りピッチで撚ったものの側面図を示す。最も小さい撚りピッチは、例えば 25 mm であり、このピッチのものを撚り線 214 とする。最も大きい撚りピッチは、例えば 35 mm であり、このピッチのものを撚り線 216 とする。中間の撚りピッチは、例えば 30 mm であり、このピッチのものを撚り線 215 とする。これら 3 種類の撚り線 214、215、216 を束ねて第 2 段階の撚り合わせをして図 17 の (a) に断面図で示す撚り線 217 を作製する。図 17 の (a) において、撚り線 217 は、縦のハッチングで示す撚り線 214、横のハッチングで示す撚り線 215 及び斜めのハッチングで示す撚り線 216 を束ねたもの

である。さらに、撚り線 2 1 7 を 3 束用いて第 3 段階の撚り合わせをして撚り線 2 1 8 を作製する。このように撚りピッチが互いに異なる撚り線 2 1 4、2 1 5、2 1 6 では、素線の振れ具合がそれぞれ異なり、各撚り線 2 1 4、2 1 5、2 1 6 の長手方向に対する素線の傾き方向が異なる。従って撚りピッチが互いに異なる複数の撚り線を束ねたとき電流の流れの方向がそれぞれ異なる。そのため電流の向きが互いに不揃いとなるため近接作用の影響を小さくすることができる。

互いに異なる撚りピッチの撚り線を束ねる場合、撚りピッチの比が互いに整数倍にならないようにするのが好ましい。ピッチが整数倍になる撚り線を束ねた場合、撚り線の節が一致して同じ状態が繰り返されるため、全体として電流の向きが不揃いとなる部分が少なくなる。

前記実施例では異なる撚りピッチの撚り線 2 1 4、2 1 5、2 1 6 を 3 種類用いた場合について説明したが、これに限定されるものではなく 2 種類であっても良いしまたそれ以上であっても良い。

異なる撚りピッチの撚り線を束ねるのはどの段階の撚り合わせでも良い。異なる撚りピッチの撚り線を用いて電流の向きがなるべく不揃いになるような巻線構成とすればよい。

第 4 実施例と本第 5 実施例とを組合せて撚り線を作製しても良いのは勿論である。

本実施例では撚り線 2 1 8 として 3 段階の多重撚り合

わせをしたものについて説明したが、これに限定されるものでなく、２段階であってもそれ以上であっても良いのは勿論である。

<<実施例 6>>

本発明の第 6 実施例は、図 18 に上面図で示す誘導加熱用コイル 203 に関するものである。本実施例では、巻線 219 として、図 17 に示す前記第 5 実施例の撚り線 218 に第 2 の絶縁材を被覆させたものを用いている。巻線 219 を図 18 に示すようにコイル保持部材 250 上に渦巻き状に巻回して誘導加熱用コイル 203 を構成する。巻線 219 は互いに撚りピッチの異なる撚り線 214、215、216 を束ねたものであるので、誘導加熱用コイル 203 の n 回目の巻線 n に隣接する ($n - 1$) 回目の巻線 ($n - 1$) と ($n + 1$) 回目の巻線 ($n + 1$) のそれぞれの巻線 219 が、図 17 の (a) に示すように互いに異なる撚りピッチの撚り線 214、215、216 で構成されているので、隣接部分で各撚り線 214、215、216 を構成する各素線の方が同じになることはほとんどない。各素線の方が同じでないで、各素線を通れる電流の方向も同じにならず不揃いになる。電流の方向が不揃いになるので近接作用が軽減され近接作用による誘導加熱用コイル 203 の抵抗の増加を避けることができる。

<< 実施例 7 >>

本発明の第 7 実施例の誘導加熱用コイルの撚り線について図 19 から図 23 を参照して説明する。図 19 は、本実施例の第 7 実施例の巻線を構成する撚り線 220 の側面図であり、図 20 は、図 19 の XX-XX 断面図である。撚り線 220 は、素線又は複数の素線を束ねた撚り線 221 及び 222 を以下に説明するように組み合わせて構成される。まず複数の撚り線 221 を右回りに螺旋状に形成して図 20 に断面を示す円管状の右螺旋部 221a を形成する。次に複数の撚り線 222 を、左回りに螺旋状に形成して、図 20 に示すように前記右螺旋部 221a の直径より大きい直径の円管状の左螺旋部 222a を右螺旋部 221a の外側に形成する。図 19 は円管状の撚り線 220 を側面から見た図であるが、図を見易くするために、円管状の撚り線 220 の手前側にある撚り線 221 及び 222 のみを図示し、奥側にある撚り線 221、222 は図示していない。

本実施例の撚り線 220 では、撚り線 221 と 222 が接近する交差部 229 において、撚り線 221 と 222 を流れるそれぞれの電流の方向が互いに異なっているのでそれぞれの素線相互間の近接作用の影響を小さくすることができる。

本実施例の撚り線 222 で構成した巻線を巻回して形成した誘導加熱用コイルに交流電流を流して鍋等の被加熱物を誘導加熱する時、被加熱物に加熱コイル電流とは

逆向きに渦電流が発生する。この渦電流の近接作用によってコイル部を流れる電流が被加熱物に引き寄せられ、電流が撚り線 220 中を均一に流れず一方に偏って流れる。本実施例では右回りの螺旋状の右螺旋部 221a と左回りの螺旋状の左螺旋部 222a とを近接させることで、被加熱物と右螺旋部 221a との距離と、被加熱部と左螺旋部 222a との距離とがほぼ同等となり、撚り線 221 を流れる電流と素線 222 を流れる電流との差が少なくなる。また撚り線 221 と 222 相互間の近接作用によるそれぞれの素線内の電流密度の偏りがなくなって、コイル部のロスが低減する。

なお、前記実施例では左回りの螺旋状の撚り線 222 との内側に右回りの螺旋状の撚り線 221 を設ける構成を示したが、撚り線 221 の内側に撚り線 222 を設けても同じ効果が得られる。

図 21 は本第 7 実施例の他の例の撚り線 223 の側面図である。図 21 に示す構成の撚り線 223 は、撚り線 221 と 222 を編んで円管状に形成されている。図 21 は図を見易くするために円管状の撚り線 223 の手前側の撚り線 221、222 のみを図示し、奥側の導体線 221、222 は図示していない。

図 21 の構成の撚り線 223 においては、撚り線 221 と撚り線 222 が交差する部分でそれぞれの電流の方向が異なるため、近接作用の影響を小さくすることができる。また図 19 に示す撚り線 220 と同様に鍋等の被

加熱物を誘導加熱する時は、被加熱物に加熱コイル電流とは逆向きに渦電流が発生する。この渦電流の近接作用によってコイル部を流れる電流が被加熱物に引き寄せられ、電流が撚り線 223 中を均一に流れず一方に偏って流れる。本実施例では右回りの螺旋状の撚り線 221 と左回りの螺旋状の導体線 222 とを編んで近接させることで、被加熱物と導体線 221 との距離と、被加熱部と導体線 222 との距離とがほぼ同等となり、撚り線 221 を流れる電流と撚り線 222 を流れる電流との差が少なくなる。また撚り線 221 と 222 相互間の近接作用によるそれぞれの素線内の電流密度の偏りがなくなって、コイル部のロスが低減する。

図 22 は本第 7 実施例の他の例のコイル導線 224 の側面図である。図 22 に示す撚り線 224 は、前記図 19 に示す撚り線 220 の撚り線 221 と 222 の内外の配置を線 L の近傍で入れ替えたものである。すなわち、図 22 における撚り線 222 の下端 B から線 L までは、撚り線 221 が撚り線 222 の内側にある。線 L から上端 T までは撚り線 221 が撚り線 222 の外側にある。このように撚り線 221 と 222 の内外の位置関係を所定の距離毎に入れ替える。内外の位置関係を入れ替える線 L の近傍に一定の長さの直線部 225 を設けると、撚り線 221 と 222 の内外位置の入れ替えの工程の加工が容易になる。図 22 に示す構成の撚り線 224 の効果は前記図 19 に示す構成の撚り線 220 とほぼ同じであ

る。撚り線 2 2 4 は前記図 2 1 の構成の撚り線 2 2 3 よりは加工が容易であるので生産性がすぐれ、製造コストの低減が図れる。

図 2 3 は第 7 実施例の各例の撚り線 2 2 0、2 2 3 又は 2 2 4 に第 2 の絶縁材を周囲に設けた巻線を巻回して形成した誘導加熱用コイル 2 2 6 の断面図である。断面が示されているコイル保持部材 2 5 0 は略円板状の部材であり、コイル保持部材 2 5 0 の上に、例えば撚り線 2 2 0 で構成された巻線を図 1 8 に示すように渦巻状に巻回したコイル部 2 3 0 が取り付けられている。コイル部 2 3 0 は、図 1 9 に示す円管状の巻線 2 2 0 を押しつぶして扁平にしたものを用いている。扁平にすることで、所定の直径の略円板状のコイル保持部 2 5 0 上に巻回できるコイル部 2 3 0 の巻回数を多くすることができる。コイル部 2 3 0 の巻回数を多くできるので、巻回される撚り線 2 2 0 で構成された巻線の長さが長くなる。そのためコイル部 2 3 0 は長尺の巻線を多い巻回数で巻回した誘導加熱用コイルが必要な用途の誘導加熱装置に適している。この誘導加熱用コイル 2 2 6 では、コイル部 2 3 0 を構成する図 1 9 に示す撚り線 2 2 0 が右螺旋状に巻かれた撚り線 2 2 1 と左螺旋状に巻かれた撚り線 2 2 2 で構成されている。従って撚り線 2 2 1 と 2 2 2 とをそれぞれ流れる電流の方向が異なる。そのため撚り線 2 2 1 及び 2 2 2 相互間の近接作用が軽減され、撚り線 2 2 1 及び 2 2 2 をそれぞれ流れる電流の偏りが少なく、

電流の偏りによる抵抗の増大を避けることができる。その結果、誘導加熱用コイルとしての使用時における熱効率の向上を図ることができる。

本発明の前記実施例において、誘導加熱用コイルの素線には導体の線径（直径）0.1 mmの銅線を用いたが、線径によって上記の作用が大きく異なることは無く、例えば線径0.04 mm～0.06 mmの細い銅線を用いても同様の効果が得られる。

以上のように、本発明によれば表皮効果および近接作用の影響が軽減されるので、誘導加熱用コイルの高周波電流に対する抵抗が減少して電力損失が減少するので誘導加熱の効率を向上させることができる。

<< 実施例 8 >>

本発明の第8実施例の誘導加熱用コイルを図24から図30を参照して説明する。本第8実施例の誘導加熱用コイルは、前記第1実施例から第6実施例で説明した誘導加熱用コイルの巻線を渦巻状に巻回してコイル部を形成し、このコイル部を図4に示すようにコイル保持部材60に取り付けた構成を有する。図4において、コイル部61の末端であるコイルリード部63及び83はコイル保持部材60から外部へ導出されている。

図26は、コイル保持部材60の部分斜視図であり、コイルリード部63及び83を取り付ける端子固定部62の詳細な構成を示している。端子固定部62はコイル

保持部材 60 と同じ耐熱樹脂製であり、コイル保持部 60 と一体に形成してもよい。コイル部 61 の両端部のコイルリード部 63 及び 83 は、それぞれの端子部 65 及び 85 に接続され、各端子部 65、85 は端子固定部 62 に固定される。

図 24 から図 30 を参照して、例えば巻線 30 の図 4 に示すコイルリード部 83 と端子部 85 との接続について説明する。図 24 の (a) は端子部 85 の斜視図である。図 24 の (b) は端子部 85 に形成された突出部 99 を具備するめねじ部 87 を示す断面図である。端子部 85 は、黄銅など電氣的良導体の板厚が約 0.8 mm の金属板により形成されている。図において、端子部 85 の右端部には、端子部 85 の一部分を折り曲げて円弧状に形成した接続部 2 が設けられている。接続部 2 の円弧状部の内径は、コイルリード部 83 の外径より若干大きく作られている。コイルリード部 83 の先端部 5 ~ 10 mm のコイルリード端部 84 を接続部 2 の円弧状部内に挿入し、接続部 2 を図 27 に示す接続装置 20 を用いて接続する。

接続装置 20 はエアシリンダなどによる加圧駆動機構 21 を有し、上部電極 22 を矢印 24 に示す方向に移動させて、固定下部電極 23 との間に置いた被加工物に所定の加圧力を加えることができる。図 28 の (a) は上部電極 22 の形状を示し、同 (b) は下部電極 23 の形状を示す斜視図である。銅製の上部電極 22 は下面に突

起部 2 2 a を有している。同じく銅製の下部電極 2 3 は上面に突起部 2 3 a を有している。

図 2 4 の (a) に示す端子部 8 5 の接続部 2 を図 2 9 に示すように上部電極 2 2 と下部電極 2 3 との間に置く。次に図 3 0 に示すように上部電極 2 2 を矢印 2 4 で示す方向に移動させて加圧する。加圧を開始すると同時に上部電極 2 2 と下部電極 2 3 との間に交流又は直流の電流を流す。電流は、上部電極 2 2 から接続部 2 を経て下部電極 2 3 へ流れる。この電流により接続部 2 にジュール熱が発生する。接続部 2 に発生した熱はコイルリード端部 8 4 に伝わり、第 2 の絶縁材 3 1、4 1、5 1 及びすべての素線 2 5 (図 1 ~ 3) を加熱する。第 2 の絶縁材 3 1 及び素線 2 5 の温度が上昇すると、第 2 の絶縁材 3 1 及び各素線 2 5 の導体を被覆している第 1 の絶縁材が溶融して液化する。この状態で上部電極 2 2 は加圧を継続しているので、溶融した第 2 の絶縁材 3 1、4 1、5 1 と各素線 2 5 を被覆している第 1 の絶縁材である樹脂は上部電極 2 2 と下部電極 2 3 で挟まれている領域から外部へ押し出され溶融物 8 3 a が図 2 5 に示すように接続部 2 の端面の付近に溜まる。その結果各素線 2 5 はその導体が露出した状態となり、各導体は互いに接触する。同時に導体の一部は接続部 2 にも接触する。これによりコイルリード部 8 3 において、各素線 2 5 の導体は直接または他の導体を介して端子部 8 5 に電氣的に接続される。接続装置 2 0 における上部電極 2 2 の加圧力は、好

ましくは約 2 0 0 0 N (N : ニュートン) 又はそれ以上であり、電流は好ましくは直流の 3 5 0 0 A である。また、電流の印加時間は 1 ~ 3 秒である。上記の方法で接続した接続部 2 の形状は図 2 5 に示すようになり、上部電極 2 2 の突起部 2 4 で押圧されて凹形の圧接部 8 6 が形成される。

図 3 0 に示すように、接続装置 2 0 の上部電極 2 2 と下部電極 2 3 との間に挟んだ金属製の接続部 2 を加圧しつつ通電するとき、それぞれの突起部 2 2 a と 2 3 a が接続部 2 に接触する。従って上部電極 2 2 と下部電極 2 3 と接続部 2 との接触面積が、突起部 2 2 a 、2 3 a の面積で規定される所定値になる。接触面積が所定値であるので、一定の電流 (3 5 0 0 A) を流したときの発熱量が設計上ほぼ一定となり、巻線 8 5 と接続部 2 との安定した接続加工を行うことができる。

以上のように、本実施例によれば、第 1 の絶縁材で導体を被覆した素線 2 5 を複数本束ねて撚り線を形成する素線の導体の径を 0 . 0 5 m m ときわめて細くし、また素線個々の絶縁厚さを 1 0 0 μ m と薄くしている。これにより、素線の本数を 1 6 0 0 本と多くしても、巻線の直径 (外径) を約 3 . 5 m m と小さくすることができる。

また、図 1 に示す巻線 3 0 では、撚り線の外面を第 2 の絶縁材 3 1 で覆っている。また図 3 に示す巻線 5 0 では、撚り線の外面を第 2 の絶縁材 4 1 及び 5 1 で覆っている。従って巻線 3 0 又は 5 0 を所定の形状に所定の巻

回数で巻回してコイル 6 1 を形成する際に、第 2 の絶縁材 3 1、4 1、5 1 が保護膜となる。そのため巻線作業時に各素線 2 5 に不均等な力が働き部分的に撚りが戻ったり破断したりすることがない。また第 1 の絶縁被膜に傷が付きにくく、品質が安定すると同時に巻回作業も行いやすくなる。

また図 2 4 の (a) に示すように、熱可塑性樹脂等の熱により溶融する第 1 の絶縁材の被覆を有する細い素線 2 5 の撚り線を熱可塑性樹脂等の第 2 の絶縁材 3 1 で被覆した巻線 3 0 の両コイルリード端部 6 4、8 4 を、それぞれの端子部 6 5、8 5 に加熱と同時に圧接して接続する。従って事前に第 2 の絶縁材 3 1 及び各素線 2 5 の第 1 の絶縁材である被覆樹脂を除去する必要がなく、巻線 3 0 と端子部 6 5、8 5 との接続が極めて簡単に短時間で行える。半田付けを要しないので熟練者を必要としない。また被覆除去のための薬液処理を要しないので、残留薬液により導線が障害を受けることはない。図 2 6 に示すコイルリード部 6 3 と端子部 6 5 との接続も、前記コイルリード部 8 3 と端子部 8 5 との接続と同様の工程で行われる。以上の説明では、図 1 に示す巻線 3 0 と端子部 6 5、8 5 との接続について説明したが、図 2 及び図 3 に示す巻線 4 0 及び 5 0 と、端子部 6 5、8 5 との接続についても同様にして行われる。

次に端子部 6 5 及び 8 5 の、図 2 6 に示す端子固定部 6 2 への取付けについて、図 2 5 及び図 2 6 を参照して

説明する。端子部 6 5 と 8 5 は、端子固定部 6 2 に取り付けるとき中心線 C に対して対称な形状になされている点を除けば、実質的に同じ構成を有する。以下の説明では、図 2 5 及び図 2 6 における図の見易さの観点から、適宜端子部 6 5 又は端子部 8 5 について説明するが、端子部 6 5 の説明は端子部 8 5 にも適用され、かつ端子部 8 5 の説明は端子部 6 5 にも適用される。図 2 5 において、端子部 8 5 は、中央部にめねじ部 8 7 を有し、左端部に切起し部 4 を有している。めねじ部 6 7、8 7 は、図 2 4 の (b) に示すように、好ましくは、ねじ山を内面に設けた円筒状の突出部 9 9 を有している。図 2 6 において、端子固定部 6 2 には、端子固定部 6 2 の上面 6 2 a との間に、端子部 6 5、8 5 のめねじ部 6 7、8 7 の突出部 9 9 を含む高さ（厚み）より若干大きい間隙を有する爪状部 8 9、9 0、9 1 を設けている。

例えば、端子部 6 5 を端子部 6 2 に取り付けるときは、端子部 6 5 を、図の矢印 9 4 の方向に前記爪状部 8 9、9 0 下方の間隙に挿入する。端子部 6 5 を同方向にさらに押し込むと、切り起こし部 4 の上面は、爪状部 9 1 の下端に当接しながら、切り起こし部 4 が少し下方に弾性変形しながら入り込む。めねじ部 6 7 の突出部 9 9 が端子固定部 6 2 の上面 6 2 a に設けられた孔（図示せず）に入り込むと、切り起こし部 4 の上面は下方に移動し、爪状部 9 1 の下端に当接しなくなる。この状態で、端子部 6 5 は、上方向の移動が切り起こし部 4 と爪状部 9 1

により規制され、横方向の移動はめねじ部 8 7 の突出部 9 9 と端子固定部 6 2 の上面 6 2 a の孔により規制される。

以上のようにして、端子部 6 5 は、端子固定部 6 2 に固定されるので、端子部 6 5 の位置を規制するために別の部品を必要としない。従ってコストを削減することができるとともに端子部 6 5 の取付作業も容易になる。

図 2 4 の (a) に示すように、端子部 8 5 は、巻線 3 0 、 4 0 または 5 0 のコイルリード部 8 3 を加熱・圧接して電気接続するための接続部 2 、接続部 2 に連設された巻線保持部 1 0 0 、及び巻線保持部 1 0 0 に取り付けられるコイルリード部 8 3 にほぼ垂直な方向に連設された曲げ部 1 0 1 とを有している。曲げ部 1 0 1 にはめねじ部 8 7 が形成されている。コイルリード部 8 3 は巻線保持部 1 0 0 と略同方向に配置される。

図 2 6 において、端子部 6 5 に、外部につながる配線用のコネクタ 1 2 0 を接続するときは、めねじ部 6 7 におねじ 9 6 を用いて締め付ける。なお、めねじ部 6 7 の代わりには単なる孔を設けた構成でも良い。この場合には、めねじ部 6 7 のねじ山の代わりにナットを用いておねじ 9 6 を締め付け固定することになる。また、おねじ 9 6 の代わりにセルフタッピングねじを用いてもよい。

このように、端子部 6 5 が、コイル保持部材 6 0 に固定あるいは一体で形成された端子固定部 6 2 によって保持されるので、コイル 6 1 のリード部 6 3 、 8 3 を短く

できる。コネクタ 120 によりインバータ等の、コイル部 61 に高周波電流を供給する装置に接続する作業が容易になる。コイルリード部 83 は巻線保持部 100 と略同方向に引き出されるので、組み立て時あるいは組み立て後、コイルリード部 83 が巻線保持部 100 に載置される状態となる。従って、垂れ下がったりしないので接続部 2 の近傍のコイルリード部 83 の素線に大きな屈曲力が加わるのを防止できる。また、巻線保持部 100 に取り付けられるコイルリード部 83 にほぼ垂直な方向に連設された曲げ部 101 にはめねじ部 87 を有する。従って、外部配線用のコネクタ 120 を端子部 85 のめねじ部 87 に接続する際にコイルリード部 83 が邪魔にならず配線作業が容易である。なお、曲げ部 101 は巻線保持部 100 にほぼ垂直に、即ちコイルリード部 83 にほぼ垂直な方向に連設されているが、これに限定されるものではなく、非直線的に曲げられて連設されていれば同様の効果を生ずる。

以上の実施例で詳細に説明したように、本発明によれば、アルミニウムと同等以上の導電率を有する高導電率かつ非磁性の被加熱体を誘導加熱するのに適した、高周波損失による発熱が大幅に抑制され、製造が容易で低価格かつ品質の安定した誘導加熱用コイルを提供することができる。

産業上の利用の可能性

本発明は、誘導加熱調理器、複写機等を使用される誘導加熱装置において、特に、アルミニウム等の低抵抗率かつ高透磁率の材料を誘導加熱するために、高周波数の電流を流して使用する誘導加熱用コイルとして利用することができる。

請求の範囲

1. 第1の絶縁材で導体を被覆した素線を複数束ねて撚り合わせた撚り線の外面を第2の絶縁材で覆って形成したコイル用の導線である巻線を、所定の形状に所定の巻数で巻回したコイル部

を有する誘導加熱用コイル。

2. 前記巻線は、複数の前記素線を束ねて撚り合わせた撚り線を少なくとも2つ撚り合わせることを1回以上行った多重撚り線であることを特徴とする請求項1記載の誘導加熱用コイル。

3. 前記導体の直径が0.1mm以下であることを特徴とする請求項1又は2に記載の誘導加熱用コイル。

4. 前記第2の絶縁材がフッ素樹脂であることを特徴とする請求項1又は2に記載の誘導加熱用コイル。

5. 前記第2の絶縁材は融点の異なる複数の絶縁層を有し、前記第2の絶縁材を構成する最も外側の絶縁層の融点をその内側の絶縁層の融点より低くしたことを特徴とする請求項1又は2に記載の誘導加熱用コイル。

6. 第1の絶縁材で導体を被覆した素線を、複数束ねて

撚り合わせた撚り線の外面を第2の絶縁材で覆って形成した巻線を、所定の形状に所定の巻数で巻回してコイル部を形成する工程、及び

前記導体と電気接続を保って前記コイル部の端末に外部接続用の端子を接続する工程

を有する誘導加熱用コイルの製造方法。

7. 前記巻線は、複数の前記素線を束ねて撚り合わせた撚り線を少なくとも2つ撚り合わせることを1回以上行って多重撚り線を形成することを特徴とする請求項6記載の誘導加熱用コイルの製造方法。

8. 前記第2の絶縁材は融点の異なる複数の絶縁層を有するとともに、前記第2の絶縁材を構成する最も外側の絶縁層がその内側の絶縁層の融点より低い融点の絶縁層で形成され、熱を加えることにより前記最も外側の絶縁層を熔融して前記巻線を相互に固着させる工程を有する請求項6に記載の誘導加熱用コイルの製造方法。

9. 巻回した前記コイル部を所定の温度に加熱して前記巻線の第2の絶縁材を熔融して隣接する第2の絶縁材を相互に接着し、固化後に前記コイル部の形状を保つ接着工程を有する請求項6に記載の誘導加熱用コイルの製造方法。

10. 断面積の異なる複数の素線を束ねて撚り合わせた

巻線を巻回した請求項 1 又は 2 に記載の誘導加熱用コイル。

1 1 . 前記巻線は、断面積の異なる複数の前記素線を含む前記撚り線をさらに複数撚り合わせて、撚り合わせを複数回行う多重撚り線構造とした請求項 1 0 に記載の誘導加熱用コイル。

1 2 . 前記巻線を、第 1 の断面積の前記素線もしくは第 1 の断面積の前記素線を用いた前記撚り線の周囲に、第 1 の断面積と異なる第 2 の断面積の前記素線、もしくは第 2 の断面積の前記素線を用いた前記撚り線を撚り合せて形成した請求項 1 0 に記載の誘導加熱用コイル。

1 3 . 前記素線もしくは前記撚り線を有する前記巻線の外周の一部もしくは全体に前記第 2 の絶縁材を設けて構成した請求項 1 に記載の誘導加熱用コイル。

1 4 . 巻線は前記素線もしくは前記撚り線を撚り合わせて上位撚り線を形成し、少なくとも前記上位撚り線の外周の一部もしくは全体に前記第 2 の絶縁材を設けて、さらに撚り合わせた多重撚り線構造とした請求項 1 に記載の誘導加熱用コイル。

1 5 . 第 2 の絶縁材は所定の加熱処理を行うことで接着

機能を有する固着性絶縁体となる請求項 1 3 または 1 4 に記載の誘導加熱用コイル。

1 6 . 前記固着性絶縁体は熱可塑性樹脂を含み、熱を与えることにより第 2 の絶縁材と隣接する他の第 2 の絶縁材とを融着する構成とした請求項 1 5 に記載の誘導加熱用コイル。

1 7 . 前記固着性絶縁体は未硬化もしくは半硬化のゴムまたは樹脂を含み、熱を与えることにより第 2 の絶縁材と隣接する他の第 2 の絶縁材とを固着する構成とした請求項 1 5 に記載の誘導加熱用コイル。

1 8 . 前記固着性絶縁体は未硬化もしくは半硬化のゴムまたは熱硬化樹脂を含浸した織布もしくは不織布を含み、熱を与えることにより第 2 の絶縁材と他の第 2 の絶縁材とを固着する構成とした請求項 1 5 に記載の誘導加熱用コイル。

1 9 . 前記第 2 の絶縁材は熱収縮テープであり、前記熱収縮テープを前記撚り線もしくは前記巻線に巻回し、熱を与えることにより前記撚り線もしくは前記巻線を固定する構成とした請求項 1 3 または 1 4 に記載の誘導加熱用コイル。

20. 前記第2の絶縁材の外周に接着部を設け、この接着部を介して隣接した前記第2の絶縁材どうしを接着する構成とした請求項13または14に記載の誘導加熱用コイル。

21. 前記撚り線もしくは前記巻線の外周に前記第2の絶縁材を設けるときの、前記撚り線もしくは前記巻線自体に熱を加え、前記撚り線もしくは前記巻線自体に含まれている揮発成分を低減した後に前記第2の絶縁材を設けた請求項13又は14に記載の誘導加熱用コイル。

22. 前記コイル部は、その全体の空間体積に対する、前記素線の前記導体の総体積を50%以下となるように構成した請求項1、2、13又は14のいずれか1項に記載の誘導加熱用コイル。

23. 撚り線もしくは巻線の少なくとも一部に前記導体の直径が0.1 mm以下の素線を用いた請求項13又は14に記載の誘導加熱用コイル。

24. 誘導加熱用コイルに40～100 kHzの高周波電流を流して被加熱体を誘導加熱する誘導加熱装置に用いる請求項1、2、13又は14のいずれか1項に記載の誘導加熱用コイル。

25. 前記巻線は複数の前記素線の束を右回りに回転させて撚った右撚り線と、複数の前記素線の束を左回りに回転させて撚った左撚り線とを混在させて構成した請求項1、2、13又は14のいずれか1項に記載の誘導加熱用コイル。

26. 前記巻線は前記右撚り線と前記左撚り線とをそれぞれ一束以上用いてさらに撚った多重撚り線構造とした請求項25に記載の誘導加熱用コイル。

27. 前記巻線は少なくとも1つの段階の撚りに、前記右撚り線と前記左撚り線とを同じ数用いて撚る構成とした請求項26に記載の誘導加熱用コイル。

28. 前記巻線は少なくとも1つの段階の撚りに、前記右撚り線と左撚り線とを予め1束ずつ撚り合わせる構成とした請求項26に記載の誘導加熱用コイル。

29. 前記素線もしくは前記撚り線の束を、互いに異なるピッチで撚った2種以上の撚り線をさらに撚った多重撚り線とした請求項1、2、13又は14のいずれか1項に記載の誘導加熱用コイル。

30. 前記巻線は、前記互いに異なるピッチの比の値が整数を除く値である撚り線を束ねた請求項29に記載の

誘導加熱用コイル。

3 1 . 前記素線もしくは前記撚り線を不規則なピッチで撚り合わせた前記巻線を巻回した請求項 1 、 2 、 1 3 又は 1 4 のいずれか 1 項に記載の誘導加熱用コイル。

3 2 . 前記素線もしくは前記撚り線を複数本用いて右回りの螺旋状でかつ円管状に形成した右螺旋部と左回りの螺旋状でかつ円管状に形成した左螺旋部とが混在する前記巻線で構成した請求項 1 、 2 、 1 3 又は 1 4 のいずれか 1 項に記載の誘導加熱用コイル。

3 3 . 前記巻線は、前記右螺旋部と前記左螺旋部とを有し、どちらか一方の前記螺旋部の内側に他方の螺旋部を近接して設ける構成とした請求項 3 2 に記載の誘導加熱用コイル。

3 4 . 前記巻線は、円管状の右螺旋部と左螺旋部との内外の位置関係を前記素線もしくは前記撚り線が交差するごとに交互に入れ替える構成とした請求項 3 2 に記載の誘導加熱用コイル。

3 5 . 前記巻線は、円管状の右螺旋部と左螺旋部との内外の位置関係を所定の長さごとに入れ替える構成とした請求項 3 2 に記載の誘導加熱用コイル。

36. 請求項32～35のいずれか1項に記載の巻線を加圧して平板状にしたものを巻回した誘導加熱用コイル。

37. 電流を流すことによるジュール熱により発熱させると同時に前記コイル部の端末を加圧して、前記第1の絶縁材及び第2の絶縁材を溶融させかつ前記導体と圧接することにより、前記導体と電気接続を保って前記コイル部の端末に固定した外部接続用の端子部

を有する請求項1、2、13又は14のいずれか1項に記載の誘導加熱用コイル。

38. 前記コイル部を保持するためのコイル保持部材を更に有し、前記端子部は前記コイル保持部材に固定されるとともに、ねじ穴を有していることを特徴とする請求項37に記載の誘導加熱用コイル。

39. 前記コイル部を保持するためのコイル保持部材を更に有し、前記端子部は前記コイル保持部材に固定されるとともに、ねじ山を内面に設けた円筒状の突出部を具備するめねじ部を有し、前記端子部は、前記コイル保持部材に取り付けたときめねじ部と前記コイル保持部材により横方向の移動が規制される請求項38に記載の誘導加熱用コイル。

40. 前記コイル部及び端子部を保持するためのコイル保持部材を更に有し、前記端子部は、コイル部の末端を加熱と同時に加圧して導体と電気接続するための接続部、前記接続部に連設された巻線保持部、及び前記巻線保持部に非直線的に連設された曲げ部とを有し、前記曲げ部はめねじ部又は孔を有するとともに、前記コイル部の端部の巻線は前記接続部から前記巻線保持部と実質的に同じ方向に引き出されることを特徴とする請求項37に記載の誘導加熱用コイル。

41. 前記コイル部の末端を、電流を流すことによるジュール熱により発熱させると同時に前記コイル部の末端を加圧して前記第1の絶縁材及び第2の絶縁材を熔融させ前記導体と圧接することにより前記導体と電気接続を保って前記コイル部の末端に外部接続用の端子を接続する工程

を有する請求項6～8のいずれか1項に記載の誘導加熱用コイルの製造方法。

42. 前記端子は、前記コイル部の末端を加熱と同時に加圧して導体と電気接続するための接続部、前記接続部に連設された巻線保持部、及び前記巻線保持部に非直線的に連設された曲げ部とを有し、前記曲げ部はめねじ部又は孔を有するとともに、前記コイルの端部の巻線を前記接続部から前記巻線保持部と実質的に同じ方向に引き

出す工程を有する請求項４０に記載の誘導加熱用コイル
の製造方法。

補正書の請求の範囲

[2004年1月30日(30.01.04)国際事務局受理:出願当初の請求の範囲1は補正された;出願当初の請求の範囲2-4及び5は取り下げられた;出願当初の請求の範囲6-11及び12は補正され請求の範囲2-7及び8に番号が付け替えられた;出願当初の請求の範囲13-16及び17は取り下げられた;出願当初の請求の範囲18及び19は補正され請求の範囲9及び10に番号が付け替えられた;出願当初の請求の範囲20は取り下げられた;出願当初の請求の範囲21-22及び23は補正され請求の範囲11,12及び13に番号が付け替えられた;出願当初の請求の範囲24は取り下げられた;出願当初の請求の範囲25-39及び40は補正され請求の範囲14-28及び29に番号が付け替えられた;出願当初の請求の範囲41は取り下げられた。(8頁)]

1. (補正後) 第1の絶縁材で導体を被覆した素線を複数束ねて撚り合わせた撚り線の外面を融点の異なる絶縁層を有するフッ素樹脂である第2の絶縁材で覆うとともに前記第2の絶縁材の最も外側の絶縁層の融点をその内側の絶縁層の融点より低く形成したコイル用の導線である巻線を、所定の形状に所定の巻数で巻回し熱を加えることにより前記最も外側のフッ素樹脂の絶縁層を溶融して固着させたコイル部を有し、40～100kHzの高周波電流を流して銅またはアルミニウムのような材料の被加熱体を誘導加熱する誘導加熱装置に用いる誘導加熱用コイル。

2. (補正後) 第1の絶縁材で導体を被覆した素線を、複数束ねて撚り合わせた撚り線の外面を第2の絶縁材で覆って形成した巻線を、所定の形状に所定の巻数で巻回してコイル部を形成する工程、及び

外部接続用の端子の接続部を電流を流すことによりジュール熱で発熱させると同時に前記コイル部の端末を前記接続部で加圧して前記第1の絶縁材及び第2の絶縁材を溶融させ前記導体と圧接することにより前記導体と電気接続を保って前記コイル部の端末に前記外部接続用の端子を接続する工程

を有する誘導加熱用コイルの製造方法。

3. (補正後) 前記巻線は、複数の前記素線を束ねて撚り合わせた撚り線を少なくとも2つ撚り合わせることを1回以上行なって多重撚り線を形成することを特徴とする請求項2記載の誘導加熱用コイルの製造方法。

4. (補正後) 前記第2の絶縁材は融点の異なる複数の絶縁層を有するとともに、前記第2の絶縁材を構成する最も外側の絶縁層がその内側の絶縁層の融点より低い融点の絶縁層で形成され、熱を加えることにより前記最も外側の絶縁層を溶融して前記巻線を相互に固着させる工程を有する請求項2に記載の誘導加熱用コイルの製造方法。

5. (補正後) 巻回した前記コイル部を所定の温度に加熱して前記巻線の第2の絶縁材を溶融して隣接する第2の絶縁材を相互に接着し、固化後に前記コイル部の形状を保つ接着工程を有する請求項2に記載の誘導加熱用コイルの製造方法。

6. (補正後) 断面積の異なる複数の素線を束ねて撚り合わせた巻線を巻回した請求項1に記載の誘導加熱用コイル。

7. (補正後) 前記巻線は、断面積の異なる複数の前記

素線を含む前記撚り線をさらに複数撚り合わせて、撚り合わせを複数回行う多重撚り線構造とした請求項6に記載の誘導加熱用コイル。

8. (補正後) 前記巻線を、第1の断面積の前記素線もしくは第1の断面積の前記素線を用いた前記撚り線の周囲に、第1の断面積と異なる第2の断面積の前記素線、もしくは第2の断面積の前記素線を用いた前記撚り線を撚り合せて形成した請求項6に記載の誘導加熱用コイル。

9. (補正後) 第1の絶縁材で導体を被覆した素線もしくは前記素線を複数束ねて撚り合わせた撚り線を有するとともに、外周の一部もしくは全体に第2の絶縁材を設けて構成したコイル用の導線である巻線を、所定の形状に所定の巻数で巻回したコイル部を有し、

前記第2の絶縁材は所定の加熱処理を行うことで生じる接着機能を有し、かつ未硬化もしくは半硬化のゴムまたは熱硬化樹脂を含浸した織布もしくは不織布を含む固着性絶縁体であり、熱を与えることにより前記第2の絶縁材と他の第2の絶縁材とを固着する構成とした誘導加熱用コイル。

10. (補正後) 前記第2の絶縁材は熱収縮テープであり、前記熱収縮テープを前記撚り線もしくは前記巻線に巻回し、熱を与えることにより前記撚り線もしくは前記

巻線を固定する構成とした請求項 9 に記載の誘導加熱用コイル。

1 1 . (補正後) 前記撚り線もしくは前記巻線の外周に前記第 2 の絶縁材を設けるとき、前記撚り線もしくは前記巻線自体に熱を加え、前記撚り線もしくは前記巻線自体に含まれている揮発成分を低減した後に前記第 2 の絶縁材を設けた請求項 1 に記載の誘導加熱用コイル。

1 2 . (補正後) 前記コイル部は、その全体の空間体積に対する、前記素線の前記導体の総体積を 5 0 % 以下となるように構成した請求項 1 に記載の誘導加熱用コイル。

1 3 . (補正後) 撚り線もしくは巻線の少なくとも一部に前記導体の直径が 0 . 1 m m 以下の素線を用いた請求項 1 に記載の誘導加熱用コイル。

1 4 . (補正後) 前記巻線は複数の前記素線の束を右回りに回転させて撚った右撚り線と、複数の前記素線の束を左回りに回転させて撚った左撚り線とを混在させて構成した請求項 1 に記載の誘導加熱用コイル。

1 5 . (補正後) 前記巻線は前記右撚り線と前記左撚り線とをそれぞれ一束以上用いてさらに撚った多重撚り線構造とした請求項 1 4 に記載の誘導加熱用コイル。

16. (補正後) 前記巻線は少なくとも1つの段階の撚りに、前記右撚り線と前記左撚り線とを同じ数用いて撚る構成とした請求項15に記載の誘導加熱用コイル。

17. (補正後) 前記巻線は少なくとも1つの段階の撚りに、前記右撚り線と左撚り線とを予め1束ずつ撚り合わせる構成とした請求項15に記載の誘導加熱用コイル。

18. (補正後) 前記素線もしくは前記撚り線の束を、互いに異なるピッチで撚った2種以上の撚り線をさらに撚った多重撚り線とした請求項1に記載の誘導加熱用コイル。

19. (補正後) 前記巻線は、前記互いに異なるピッチの比の値が整数を除く値である撚り線を束ねた請求項18に記載の誘導加熱用コイル。

20. (補正後) 前記素線もしくは前記撚り線を不規則なピッチで撚り合わせた前記巻線を巻回した請求項1に記載の誘導加熱用コイル。

21. (補正後) 前記素線もしくは前記撚り線を複数本用いて右回りの螺旋状でかつ円管状に形成した右螺旋部と左回りの螺旋状でかつ円管状に形成した左螺旋部とが

混在する前記巻線で構成した請求項 1 に記載の誘導加熱用コイル。

2 2 . (補正後) 前記巻線は、前記右螺旋部と前記左螺旋部とを有し、どちらか一方の前記螺旋部の内側に他方の螺旋部を近接して設ける構成とした請求項 2 1 に記載の誘導加熱用コイル。

2 3 . (補正後) 前記巻線は、円管状の右螺旋部と左螺旋部との内外の位置関係を前記素線もしくは前記撚り線が交差するごとに交互に入れ替える構成とした請求項 2 1 に記載の誘導加熱用コイル。

2 4 . (補正後) 前記巻線は、円管状の右螺旋部と左螺旋部との内外の位置関係を所定の長さごとに入れ替える構成とした請求項 2 1 に記載の誘導加熱用コイル。

2 5 . (補正後) 請求項 2 1 ～ 2 4 のいずれか 1 項に記載の巻線を加圧して平板状にしたものを巻回した誘導加熱用コイル。

2 6 . (補正後) 電流を流すことによるジュール熱により発熱させると同時に前記コイル部の端末を加圧して、前記第 1 の絶縁材及び第 2 の絶縁材を溶融させかつ前記導体と圧接することにより、前記導体と電気接続を保つ

て前記コイル部の端末に固定した外部接続用の端子部を有する請求項 1 に記載の誘導加熱用コイル。

2.7. (補正後) 前記コイル部を保持するためのコイル保持部材を更に有し、前記端子部は前記コイル保持部材に固定されるとともに、ねじ穴を有していることを特徴とする請求項 2.6 に記載の誘導加熱用コイル。

2.8. (補正後) 前記コイル部を保持するためのコイル保持部材を更に有し、前記端子部は前記コイル保持部材に固定されるとともに、ねじ山を内面に設けた円筒状の突出部を具備するめねじ部を有し、前記端子部は、前記コイル保持部材に取り付けたときめねじ部と前記コイル保持部材により横方向の移動が規制される請求項 2.7 に記載の誘導加熱用コイル。

2.9. (補正後) 前記コイル部及び端子部を保持するためのコイル保持部材を更に有し、前記端子部は、コイル部の端末を加熱と同時に加圧して導体と電気接続するための接続部、前記接続部に連設された巻線保持部、及び前記巻線保持部に非直線的に連設された曲げ部とを有し、前記曲げ部はめねじ部又は孔を有するとともに、前記コイル部の端部の巻線は前記接続部から前記巻線保持部と実質的に同じ方向に引き出されることを特徴とする請求項 2.6 に記載の誘導加熱用コイル。

30. (補正後) 前記端子は、前記コイル部の端末を加熱と同時に加圧して導体と電気接続するための接続部、前記接続部に連設された巻線保持部、及び前記巻線保持部に非直線的に連設された曲げ部とを有し、前記曲げ部はめねじ部又は孔を有するとともに、前記コイルの端部の巻線を前記接続部から前記巻線保持部と実質的に同じ方向に引き出す工程を有する請求項2に記載の誘導加熱用コイルの製造方法。

条 約 第 1 9 条 (1) に 基 づ く 説 明 書

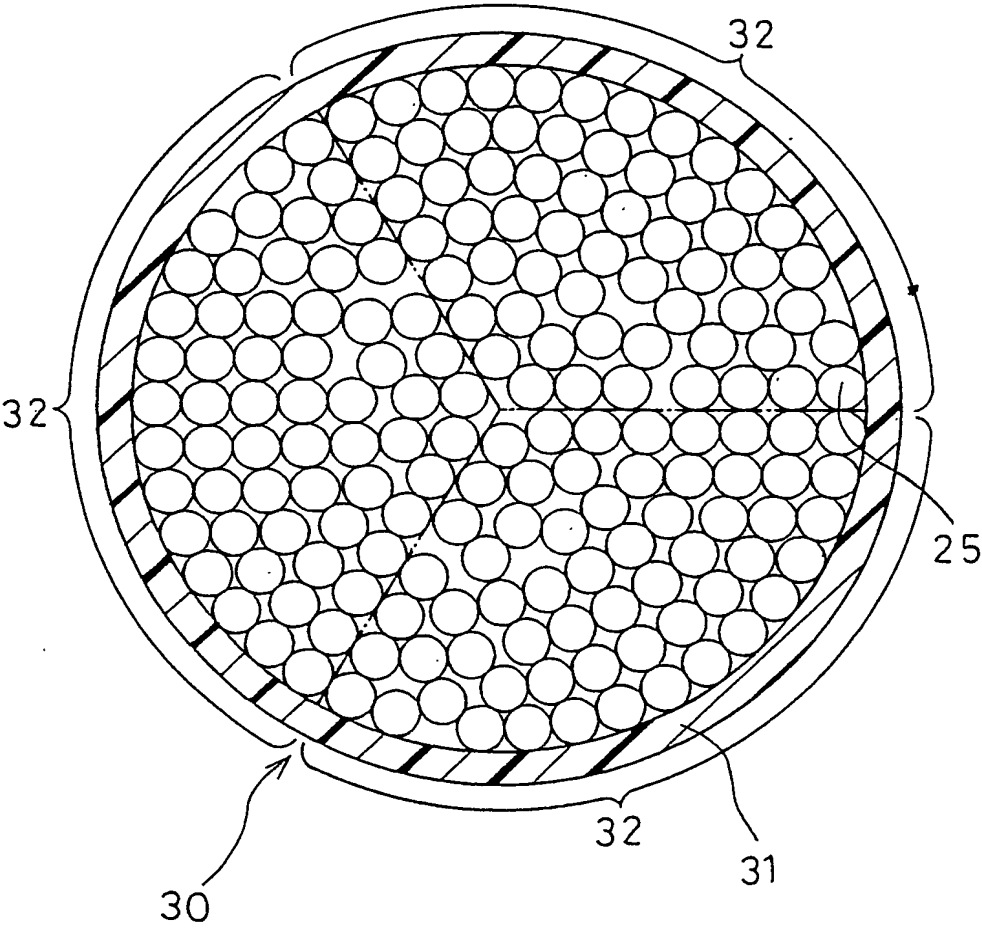
補正後の請求の範囲の第1項は、出願時の請求の範囲の第1項、第5項、第8項、及び第24項を組合せたものである。

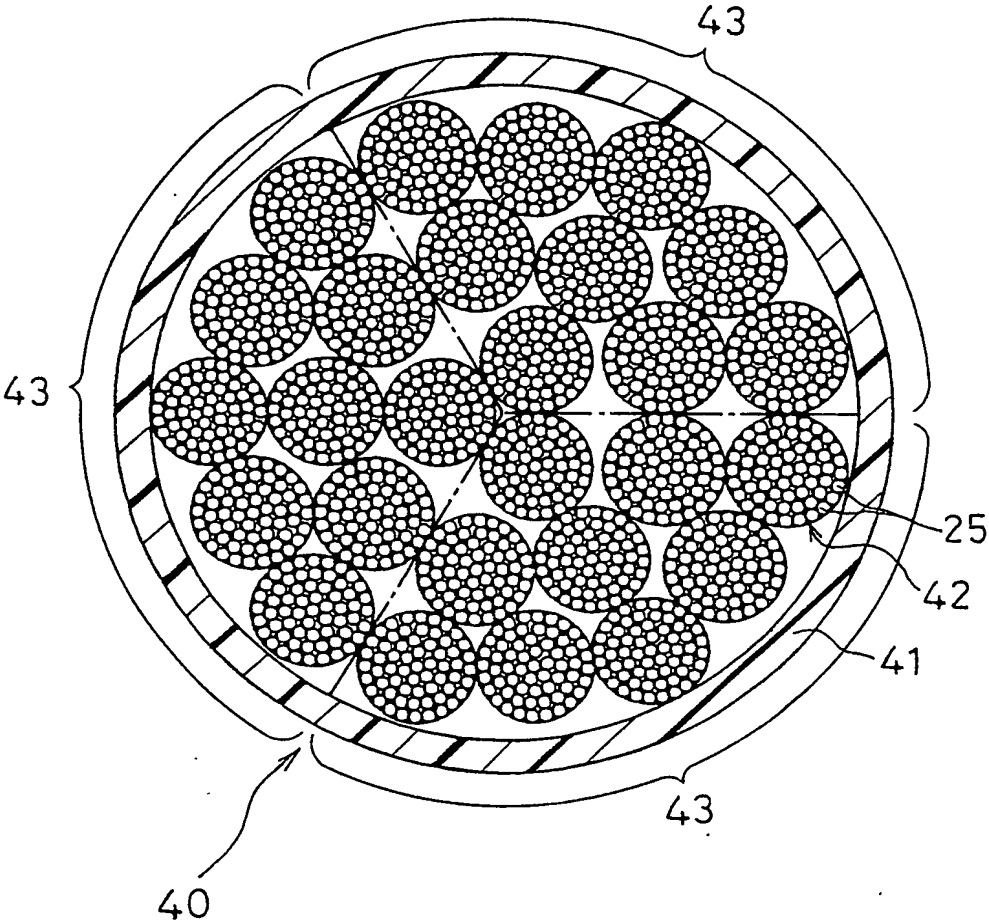
補正後の請求の範囲の第2項は、出願時の請求の範囲を減縮したものである。補正の根拠は、明細書の第52頁第3行から第25行の記載、及び第54頁の第7行から第12行の記載に基づく。

補正後の請求の範囲の第9項は、出願時の請求の範囲第1項、第13項、第15項、及び第18項を組合せたものである。

補正後の請求の範囲の、第3項から第8項、第10項から第30項は、引用する請求の範囲の項番号を変更した。

図 1





3/30

図 3

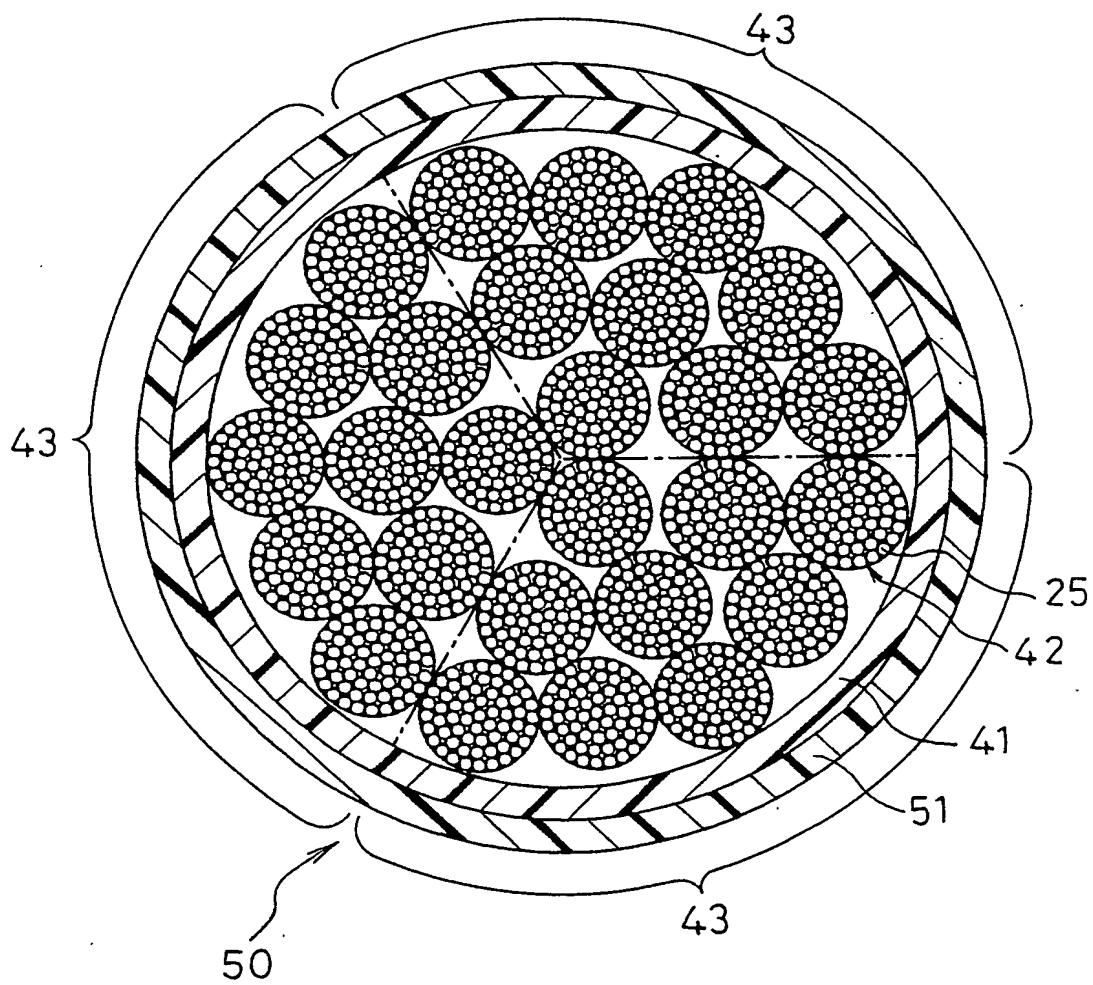


図 4

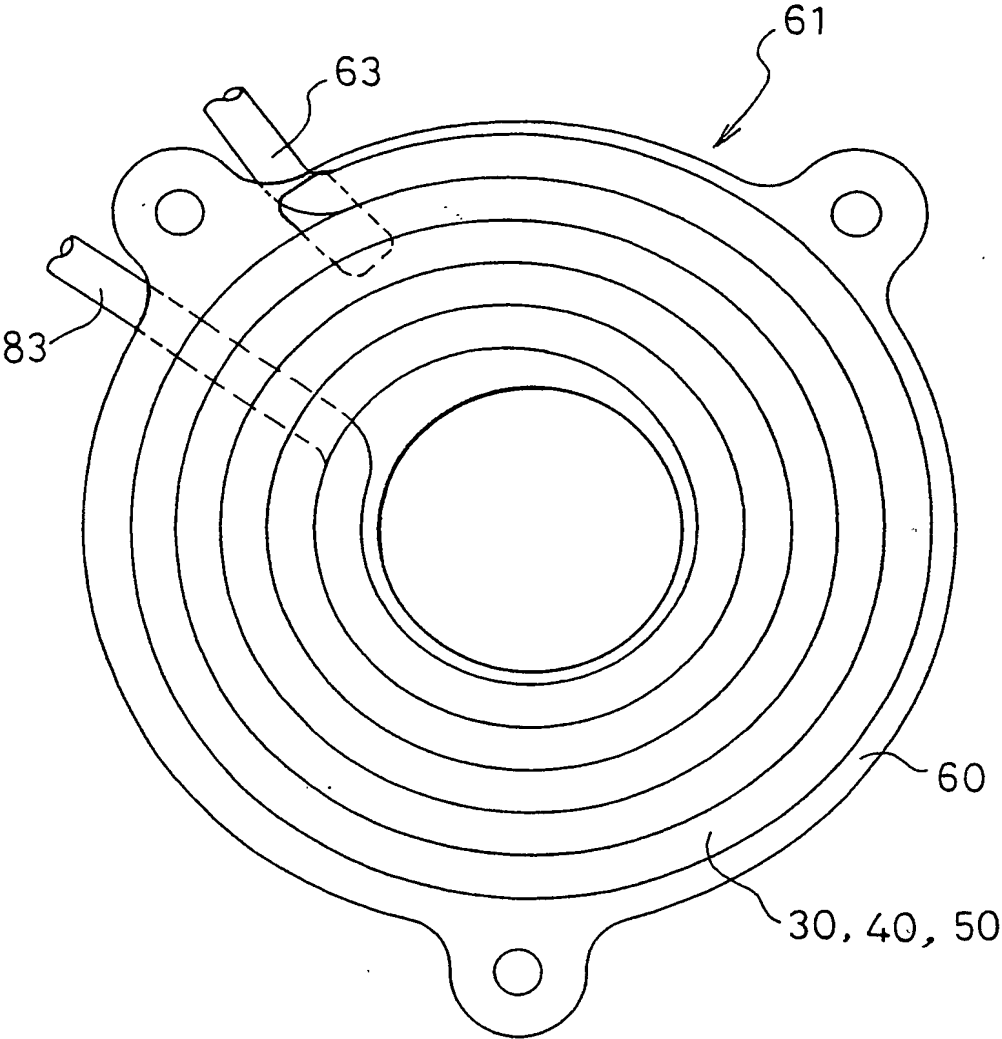
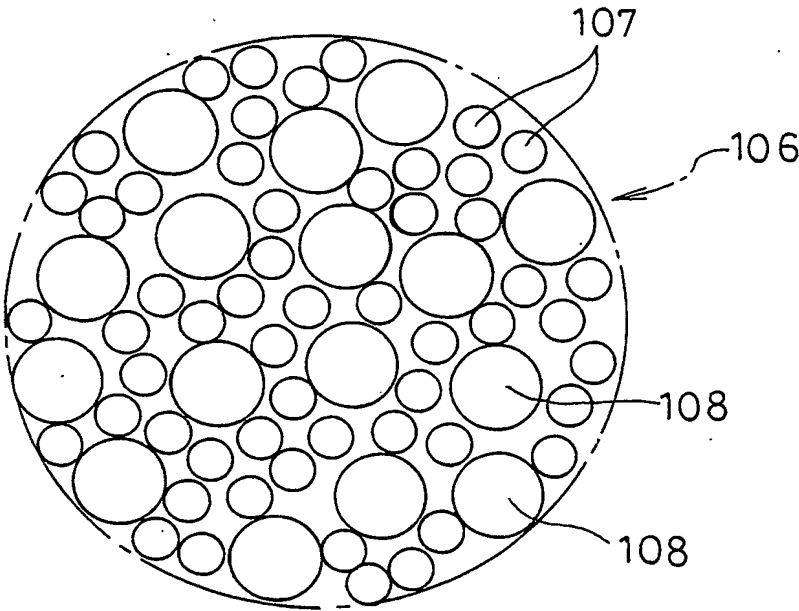
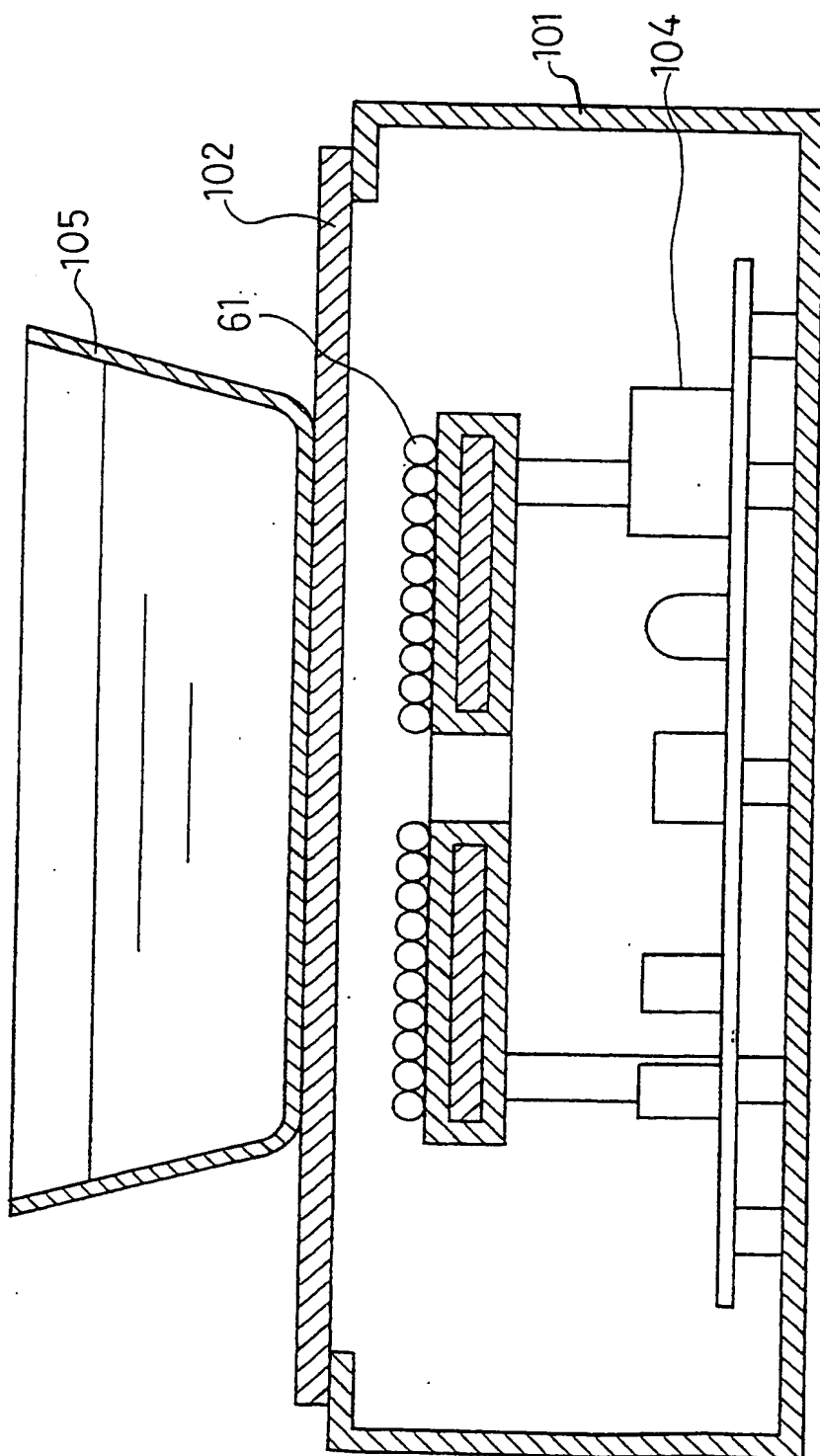


図 5

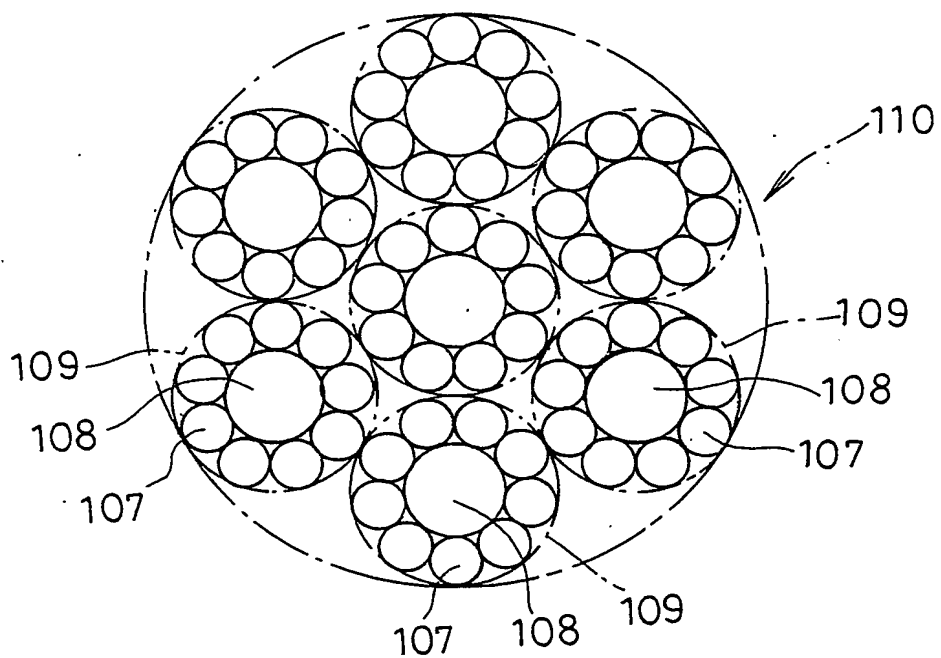


6/30



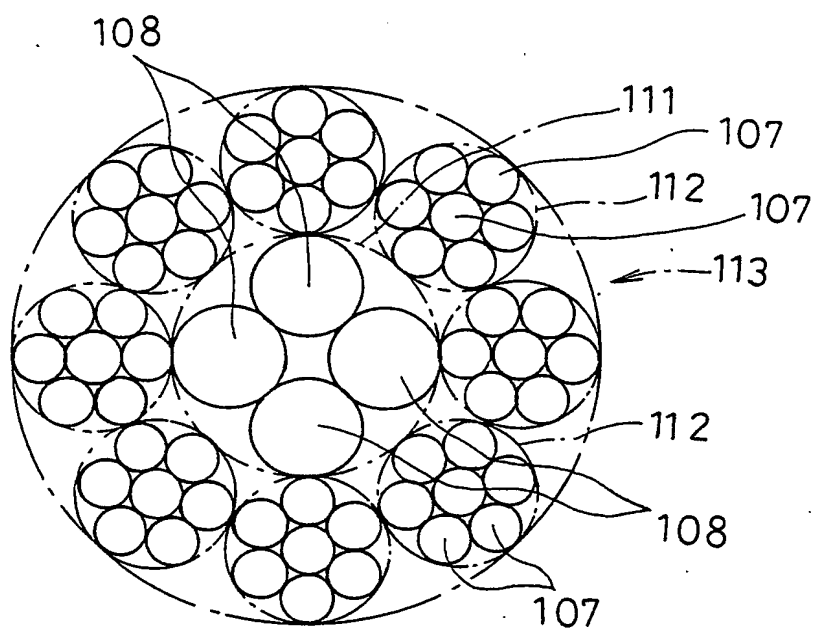
7/30

図 7



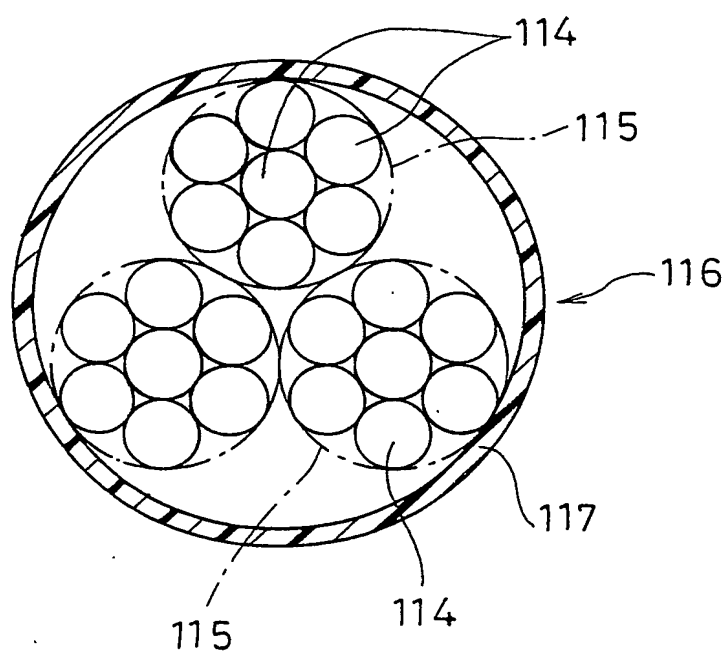
8/30

図 8



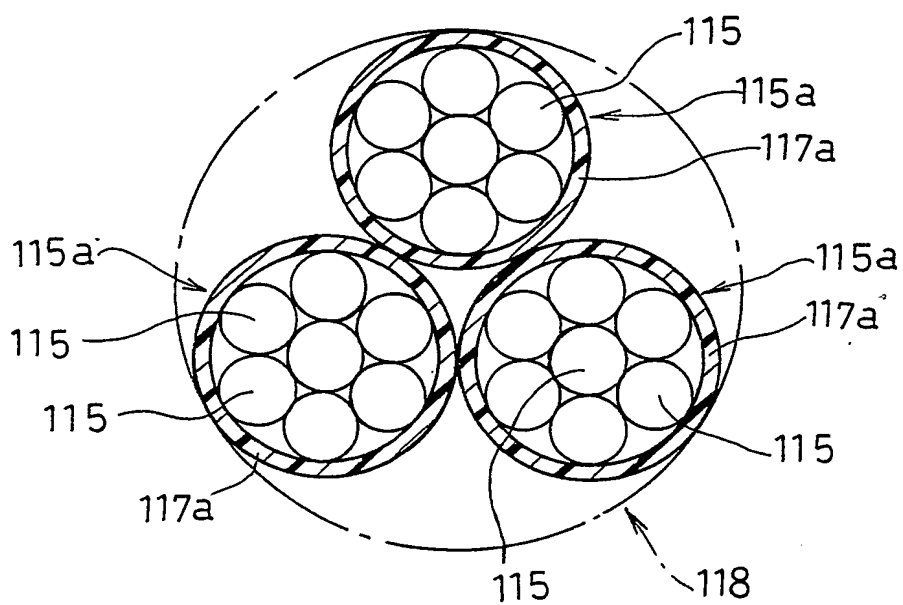
9/30

図 9



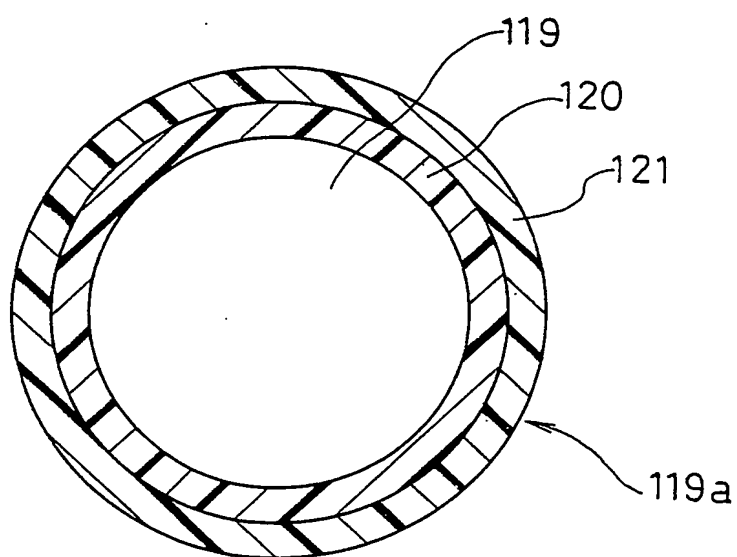
10/30

図 10



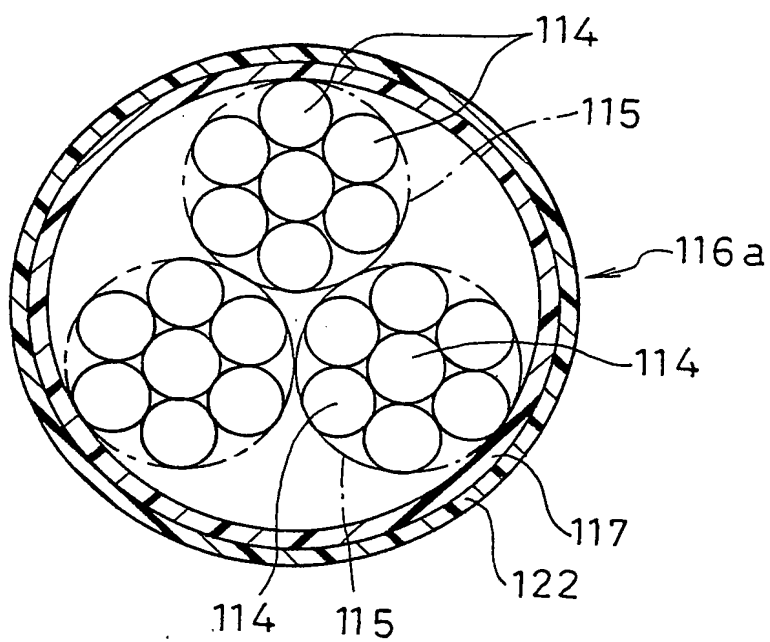
11/30

11



12/30

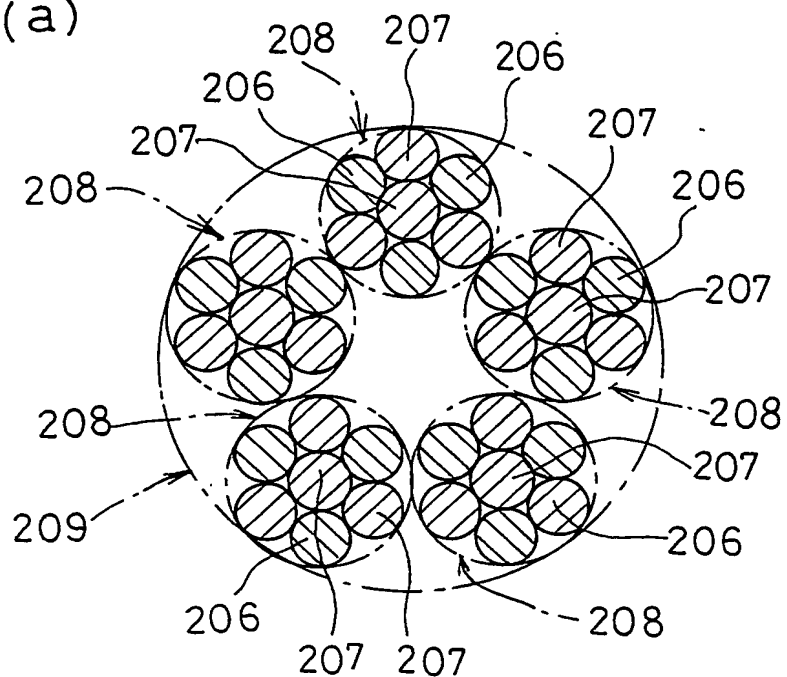
図 1 2



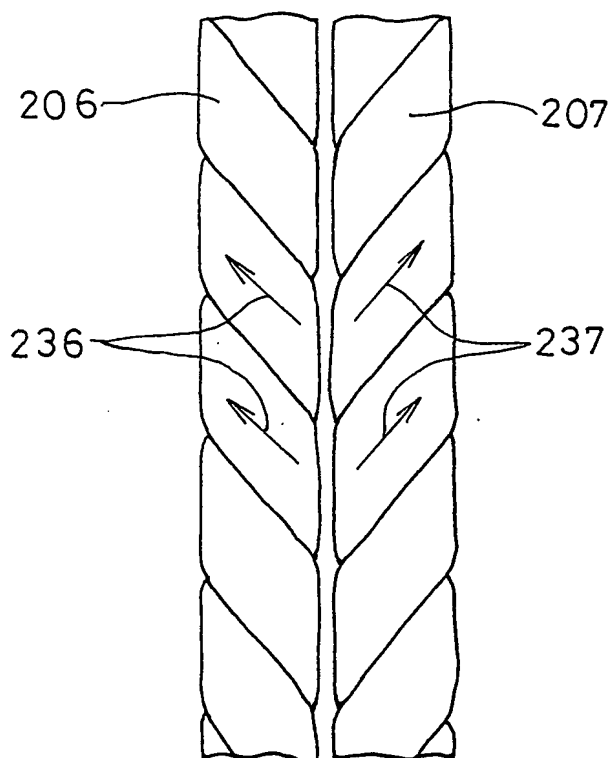
13/30

図 13

(a)

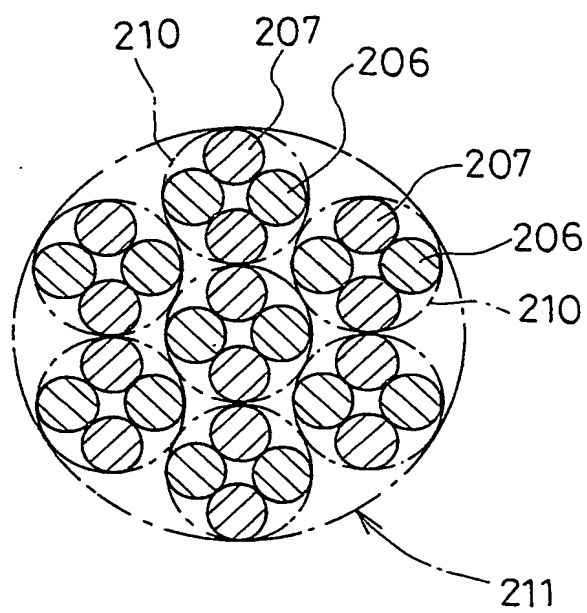


(b)



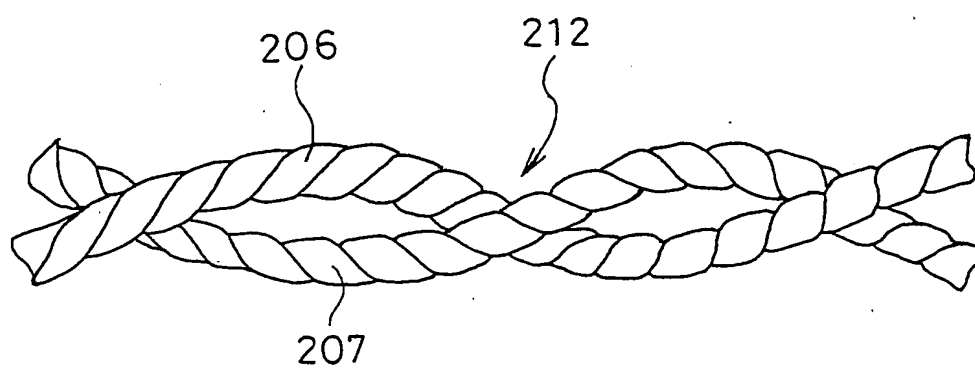
14/30

14



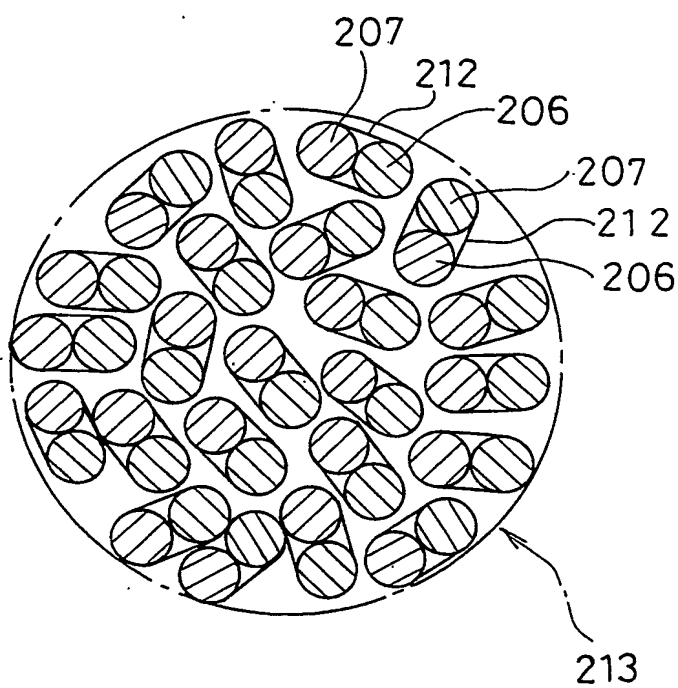
15/30

図 15



16/30

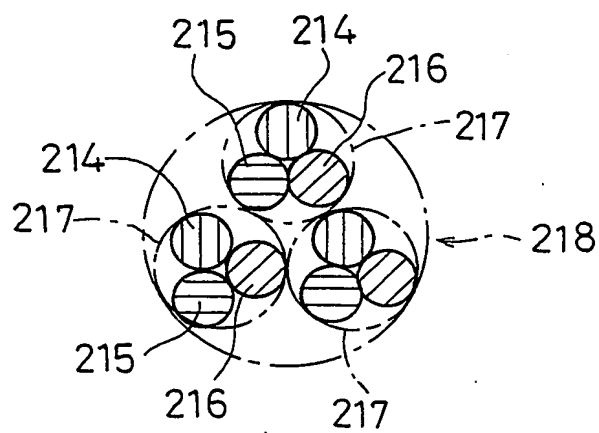
図 16



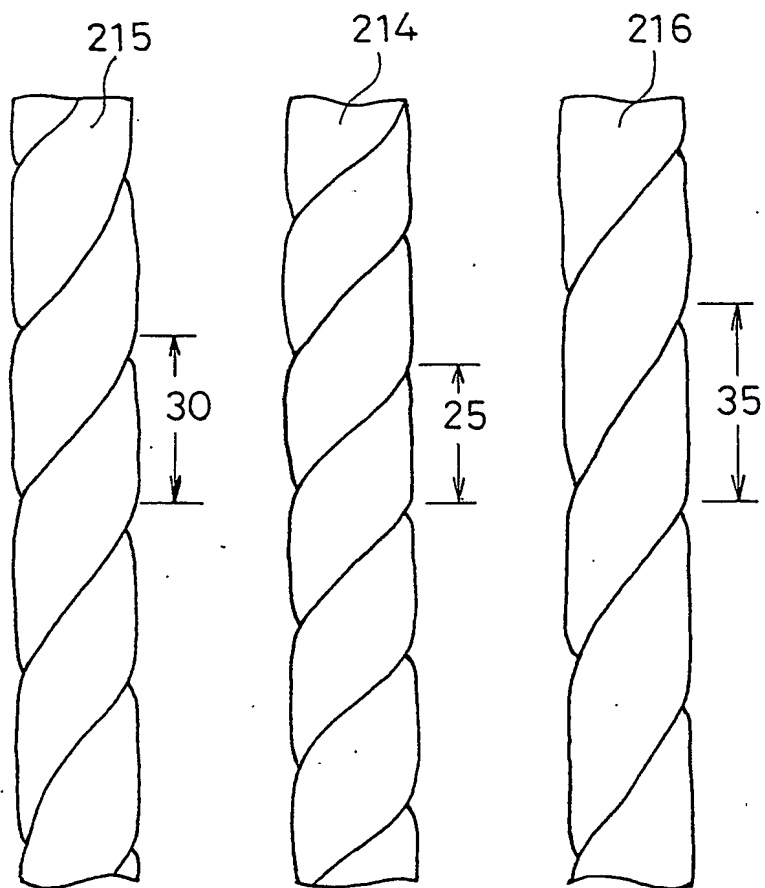
17/30

図 17

(a)

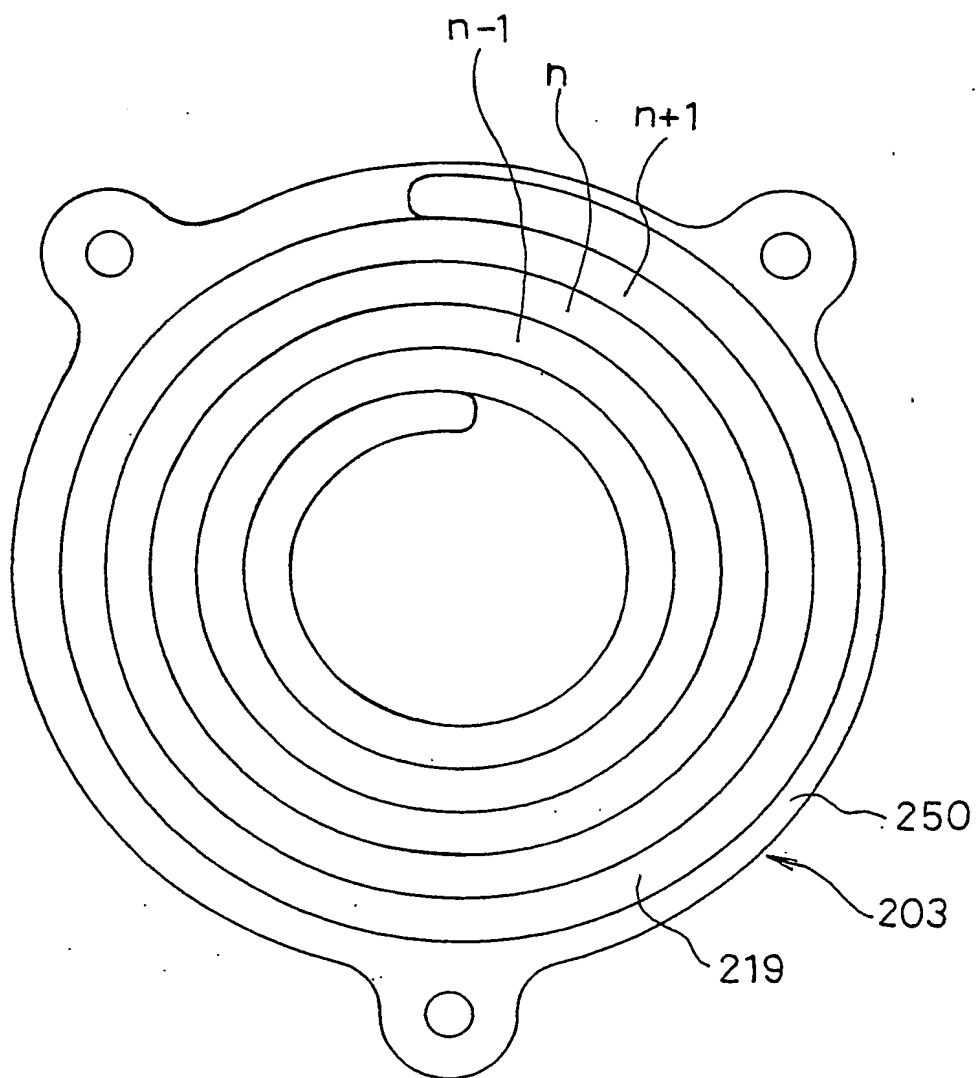


(b)



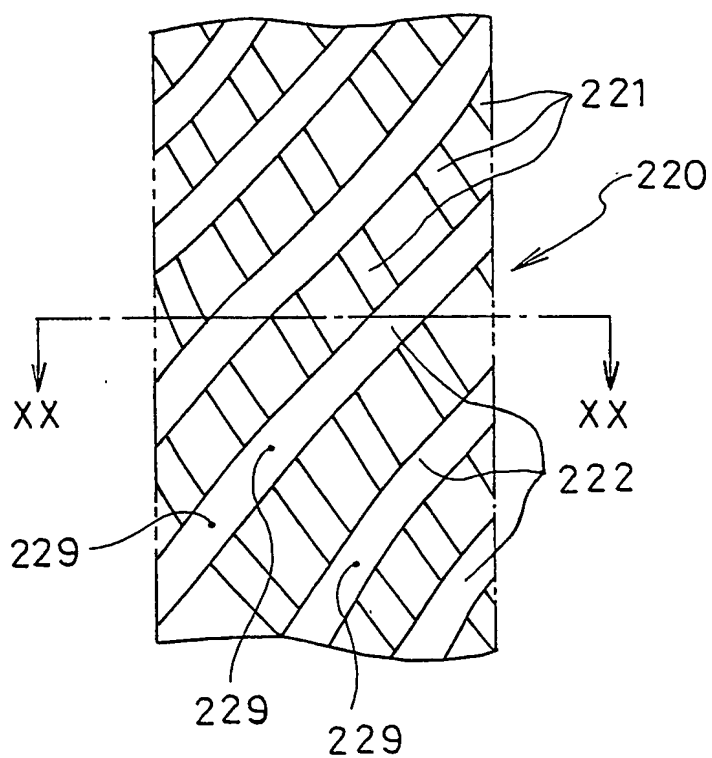
18/30

図 18



19/30

図 19



20/30

20

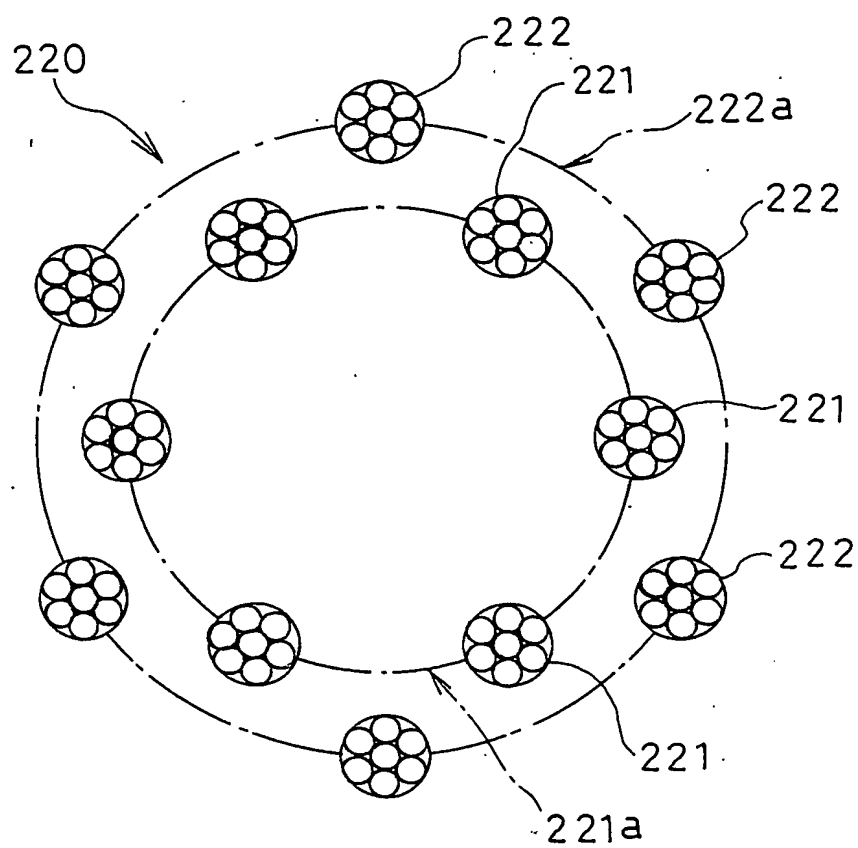
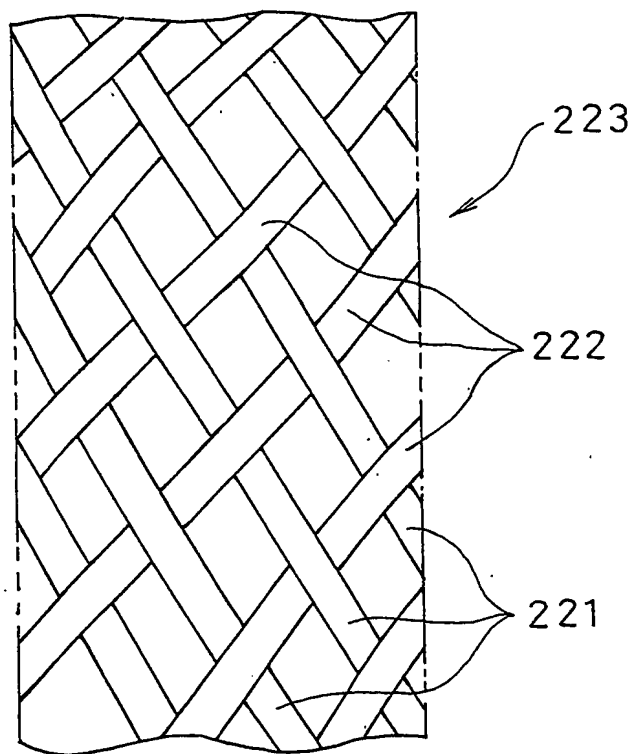
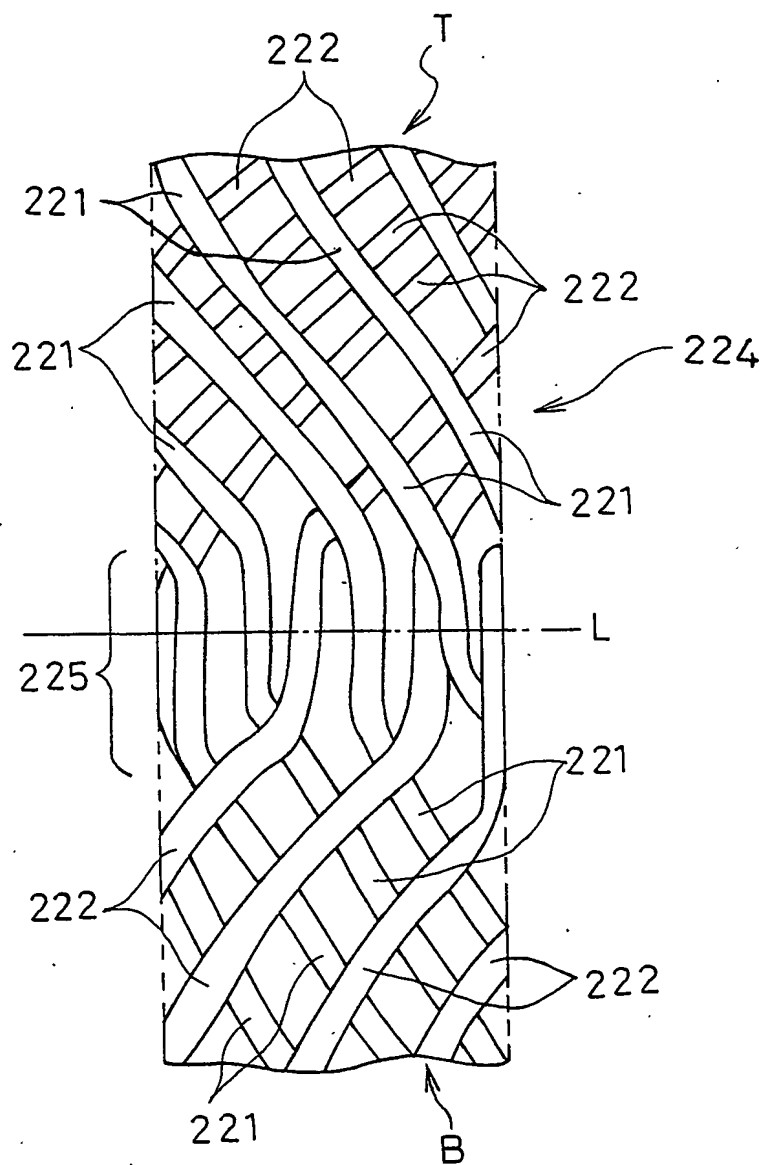


図 21

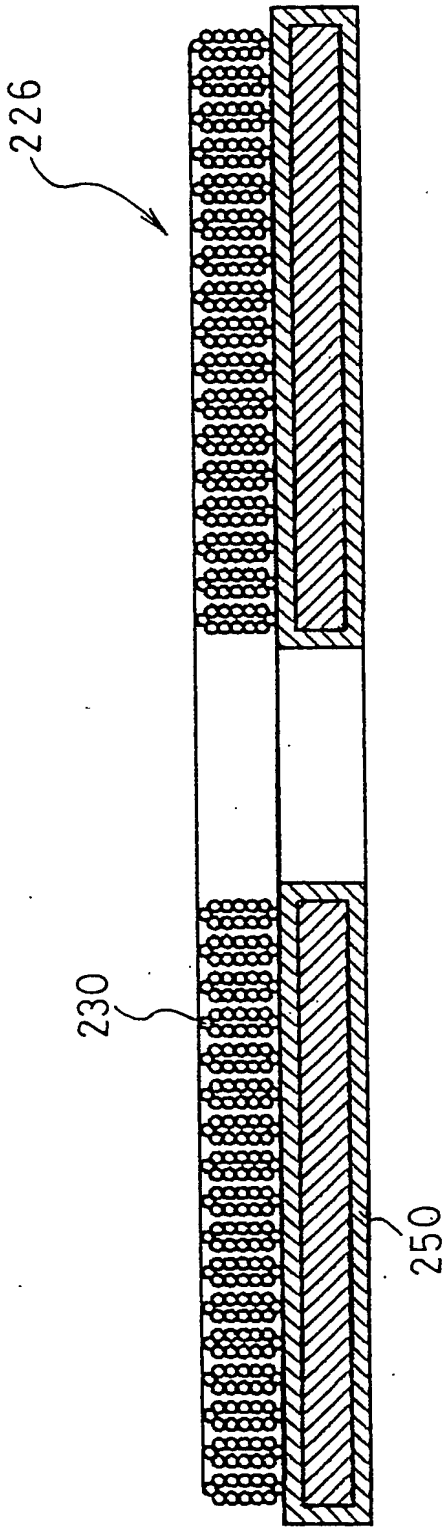


22/30

図 22



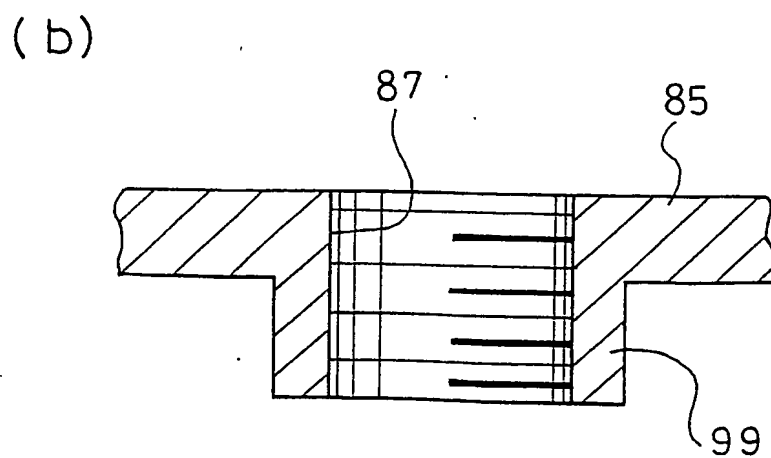
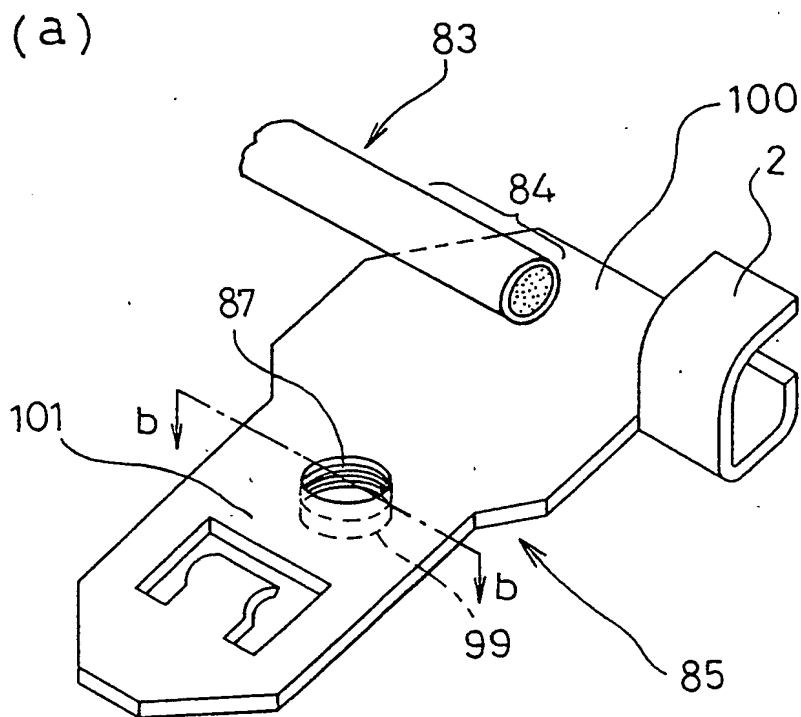
23/30



23

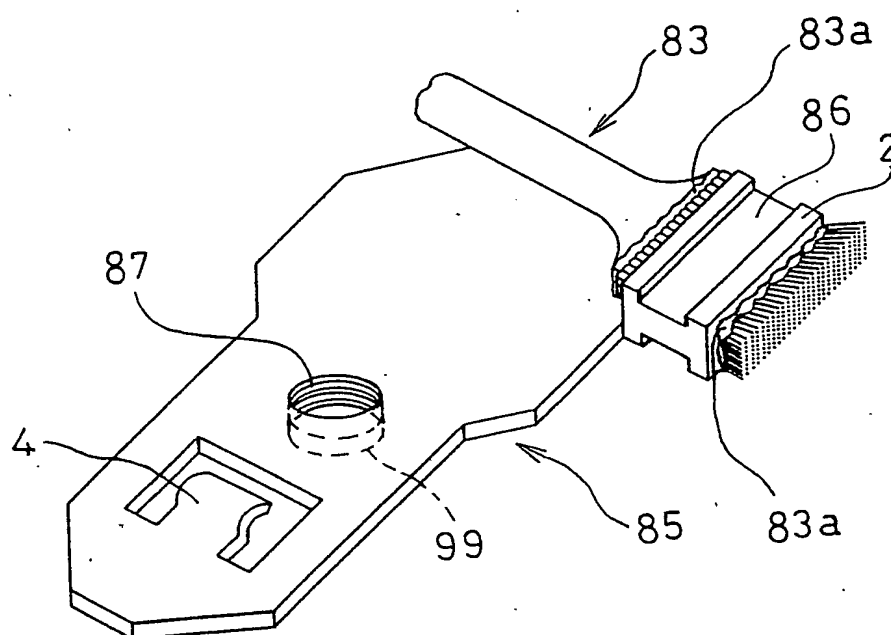
24/30

図 24



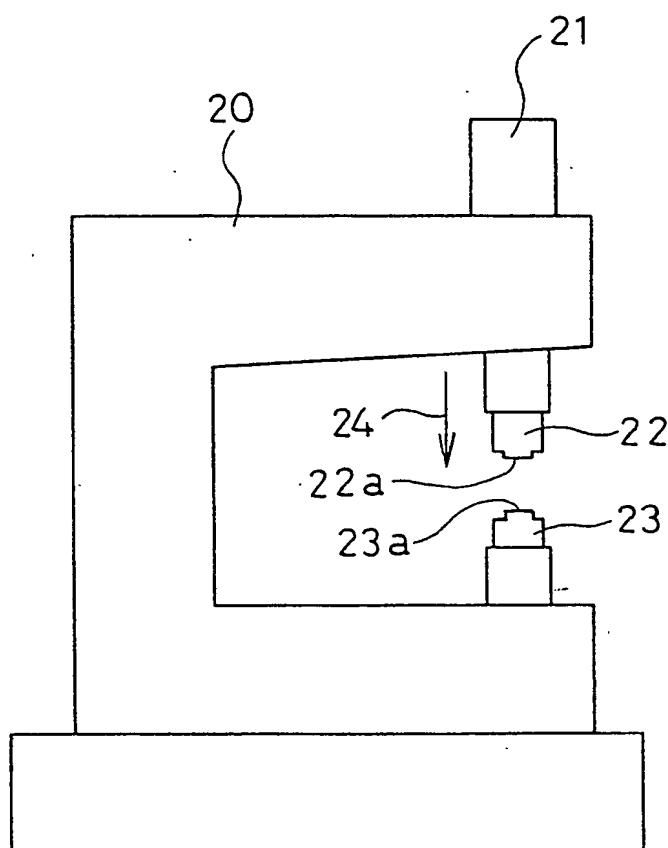
25/30

図 25



27/30

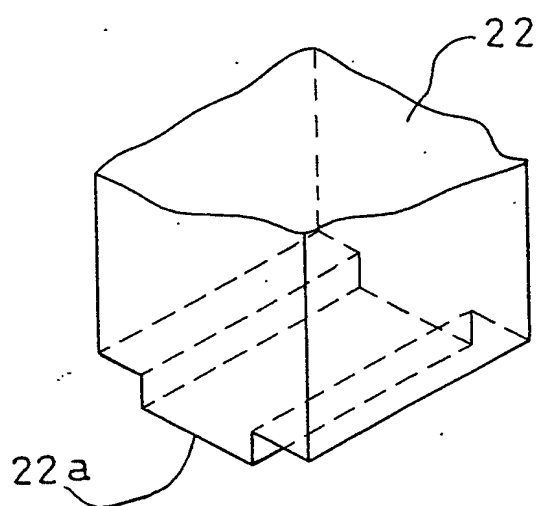
図 27



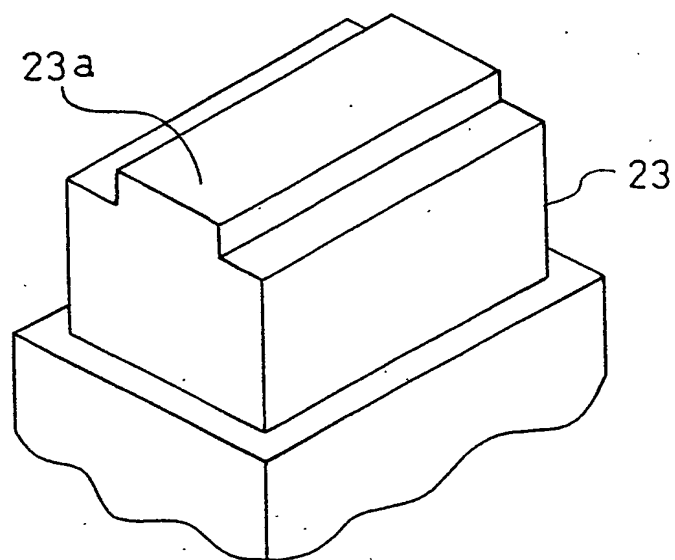
28/30

図 28

(a)

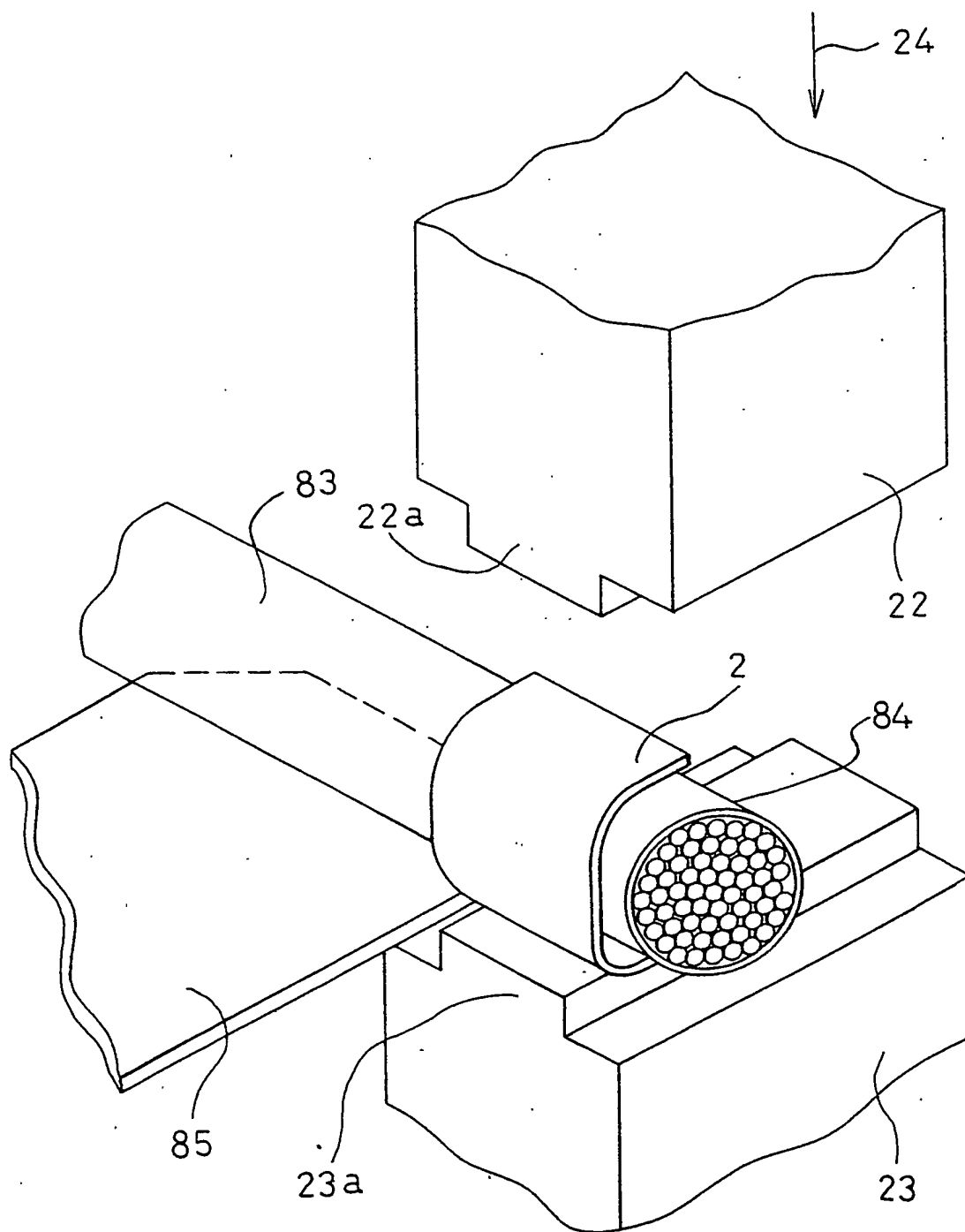


(b)



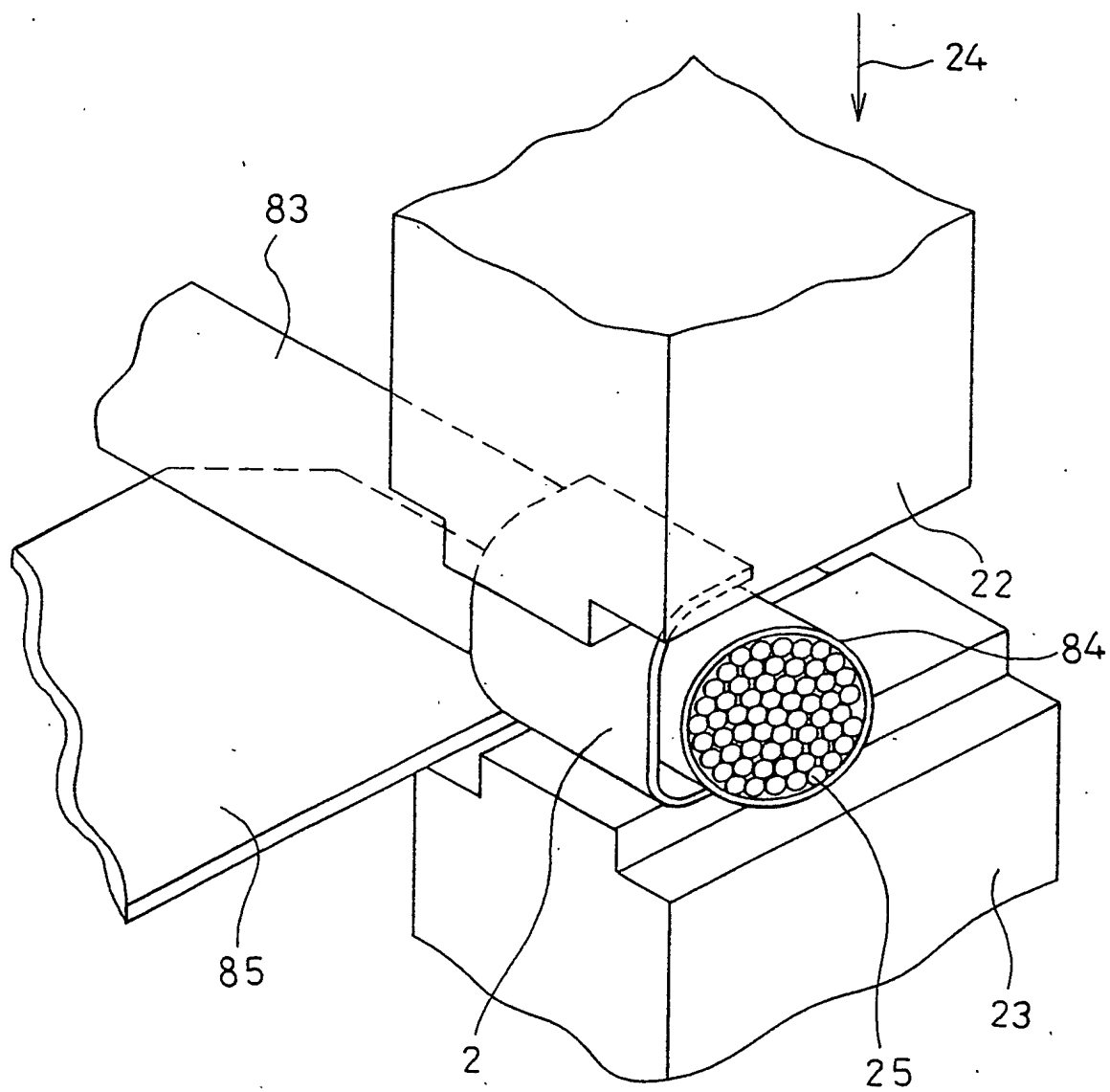
29/30

図 29



30/30

30



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Search Report No.

PCT/JP03/10328

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.⁷ H05B6/12, H05B6/36, H01F5/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁷ H05B6/12, H05B6/36, H01F5/06

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 6-260270 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 16 September, 1994 (16.09.94), Full text; Figs. 1 to 5 (Family: none)	1, 2, 13, 14 3-9, 15-17, 19-21, 41
Y	JP 10-321358 A (Toshiba Corp.), 04 December, 1998 (04.12.98), Column 2, lines 42 to 43 (Family: none)	3
Y	JP 2002-15852 A (Totoku Electric Co., Ltd.), 18 January, 2002 (18.01.02), Column 2, lines 47 to 50; Fig. 1 (Family: none)	4

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.
 ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 18 November, 2003 (18.11.03)	Date of mailing of the international search report 02 December, 2003 (02.12.03)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.
PCT/JP03/10328

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 5-298930 A (Fujikura Ltd.), 12 November, 1993 (12.11.93), Full text; Figs. 1 to 4 (Family: none)	5, 8, 9, 15-17, 20, 21
Y	JP 2001-210462 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 03 August, 2001 (03.08.01), Column 2, lines 10 to 17 (Family: none)	6-9, 41
P, X	JP 2003-151754 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 23 May, 2003 (23.05.03), Full text; Figs. 1 to 8 (Family: none)	1-21
Y	JP 10-92565 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 10 April, 1998 (10.04.98), Full text; Figs. 1 to 3 (Family: none)	19

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/JP03/10328

Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The feature common to claims 1, 2, 13 and 14, claim 3, claim 4, claim 5, claims 6-9 and 41, claims 10-12, claims 15-18, claim 19, claim 20, claim 21, claim 22, claim 23, claim 24, claims 25-28, claims 29 and 30, claim 31, claims 32-36, claims 37-40 and 42 is not novel since it is disclosed in document JP 6-260270 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 16 September, 1994 (16.09.94), the full text.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☒ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.: 1, 2, 13, 14/3/4/5/6-9, 41/10-12/15-18/19/20/21
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
☒ No protest accompanied the payment of additional search fees.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. 7 H05B 6/12, H05B 6/36, H01F 5/06

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. 7 H05B 6/12, H05B 6/36, H01F 5/06

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2003年

日本国登録実用新案公報 1994-2003年

日本国実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y	JP 6-260270 A (松下電器産業株式会社) 1994. 09. 16, 全文, 図1-5 (ファミリーなし)	1, 2, 13, 14 3-9, 15-17, 19-21, 41
Y	JP 10-321358 A (株式会社東芝) 1998. 12. 04, 第2欄第42-43行 (ファミリーなし)	3
Y	JP 2002-15852 A (東京特殊電線株式会社) 2002. 01. 18, 第2欄第47-50行, 図1 (ファミリーなし)	4

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

18. 11. 03

国際調査報告の発送日

02.12.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

長 崎 洋 一

3 L

3 0 2 4

電話番号 03-3581-1101 内線 3335

C (続き). 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	J P 5-298930 A (株式会社フジクラ) 1993. 11. 12, 全文, 図1-4 (ファミリーなし)	5, 8, 9, 15-17, 20, 21
Y	J P 2001-210462 A (松下電器産業株式会社) 2001. 08. 03, 第2欄第10-17行 (ファミリーなし)	6-9, 41
P, X	J P 2003-151754 A (松下電器産業株式会社) 2003. 05. 23, 全文, 図1-8 (ファミリーなし)	1-21
Y	J P 10-92565 A (三菱重工業株式会社) 1998. 04. 10, 全文, 図1-3 (ファミリーなし)	1-9

第 I 欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第 1 ページの 2 の続き)

法第 8 条第 3 項 (PCT 17 条 (2) (a)) の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求の範囲 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 _____ は、従属請求の範囲であって PCT 規則 6.4 (a) の第 2 文及び第 3 文の規定に従って記載されていない。

第 II 欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第 1 ページの 3 の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

請求の範囲 1, 2, 13, 14 と、請求の範囲 3 と、請求の範囲 4 と、請求の範囲 5 と、請求の範囲 6-9, 41 と、請求の範囲 10-12 と、請求の範囲 15-18 と、請求の範囲 19 と、請求の範囲 20 と、請求の範囲 21 と、請求の範囲 22 と、請求の範囲 23 と、請求の範囲 24 と、請求の範囲 25-28 と、請求の範囲 29, 30 と、請求の範囲 31 と、請求の範囲 32-36 と、請求の範囲 37-40, 42 に共通の構成は、文献 JP 6-260270 A (松下電器産業株式会社), 1994. 09. 16, 全文に開示されているから、新規ではないことが明らかになった。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
請求の範囲 1, 2, 13, 14 / 3 / 4 / 5 / 6-9, 41 / 10-12 / 15-18 / 19 / 20 / 21
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
☒ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。